

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 8 月 4 日 (04.08.2005)

PCT

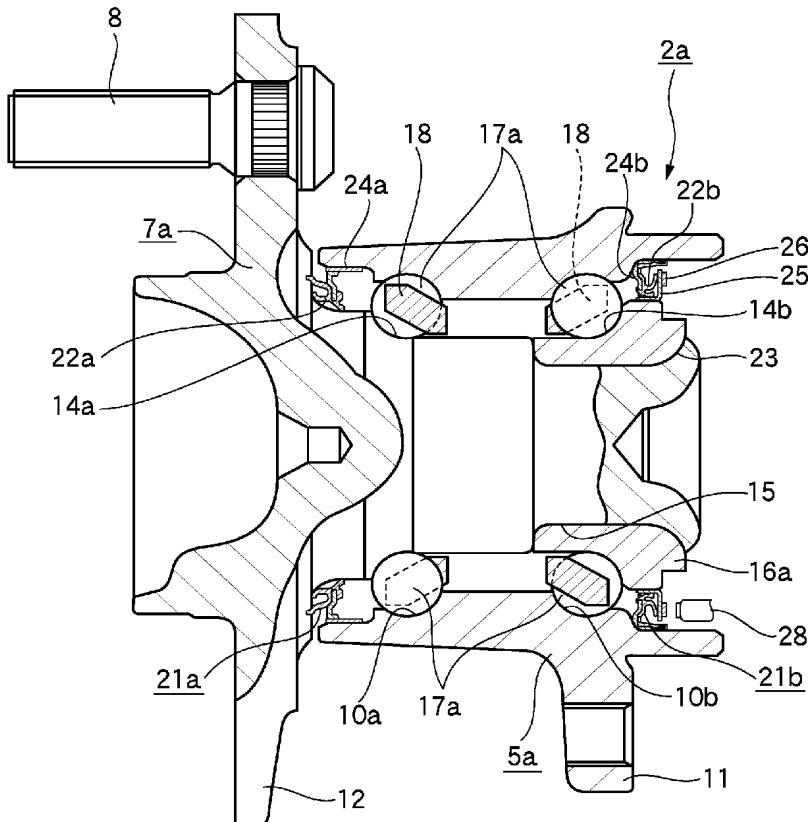
(10) 国際公開番号
WO 2005/071362 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G01D 5/245, B60B 35/18, F16C 19/18, 19/52, 33/78, 41/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/000526
- (22) 国際出願日: 2005 年 1 月 18 日 (18.01.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-014033 2004 年 1 月 22 日 (22.01.2004) JP
特願2004-024111 2004 年 1 月 30 日 (30.01.2004) JP
特願2004-148741 2004 年 5 月 19 日 (19.05.2004) JP
特願2004-289967 2004 年 10 月 1 日 (01.10.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎一丁目 6 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (73) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 矢部 俊一 (YABE, Tosikazu). 村上 豪 (MURAKAMI, Takeshi). 相原 成明 (AIHARA, Nariaki). 高城 敏己 (TAKAZYOU, Tosimi).
- (74) 代理人: 小栗 昌平, 外 (OGURI, Shohei et al.); 〒1076013 東京都港区赤坂一丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビル 1 3 階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続 葉 有]

(54) Title: MAGNETIC ENCODER AND BEARING

(54) 発明の名称: 磁気エンコーダ及び軸受



(57) Abstract: There is provided magnetic encoder (26) of high reliability that has magnet part (27) comprising a magnetic body and a resin, exhibiting high magnetic performance so as to be capable of high-precision detection of rotational frequency; and provided relevant hub unit bearing (2a). The resin is preferably a thermoplastic resin, and still preferably comprises a thermoplastic resin having a soft segment in its molecule. The magnetic encoder (26) is further fitted with fixing member (25) of magnetic material with which the magnet part (27) is mounted. The magnet part (27) and the fixing member (25) are bonded together by means of an adhesive containing at least one of a phenolic resin and an epoxy resin.

(57) 要約: 磁気エンコーダ 26 の磁石部 27 は、磁性体と樹脂とを含有し、磁気特性が高く、高精度な回転数検出を可能にした信頼性の高い磁気エンコーダ 26、及びハブユニット軸受 2a を提供する。また、樹脂は、好ましくは熱可塑性樹脂であり、より好ましくは分子中にソフトセグメントを有する熱可塑性樹脂を含有する。さらに、磁気エンコーダ 26 は、磁石部 27 が取り付けられる、磁性材料からなる固定部材 25 をさらに備

え、磁石部 27 と固定部材 25 とは、フェノール樹脂系とエポキシ樹脂系の少なくとも一方を含む接着剤によって接合される。

WO 2005/071362 A1



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

磁気エンコーダ及び軸受

技術分野

[0001] 本発明は、回転体の回転数を検出するために用いられる磁気エンコーダ、及び軸受に関する。

背景技術

[0002] 従来、自動車のスキッド(車輪が略停止状態で滑る現象)を防止するためのアンチスキッド、又は有効に駆動力を路面に伝えるためのトラクションコントロール(発進や加速時に生じやすい駆動輪の不要な空転の制御)などに用いられる回転数検出装置としては、N極とS極とを円周方向に交互に着磁された円環状のエンコーダと、エンコーダの近傍における磁場の変化を検出するセンサとを有し、車輪を支持する軸受を密封するための密封装置にエンコーダを併設して配置することにより車輪の回転と共にエンコーダを回転せしめ、車輪の回転に同期した磁場変化をセンサにより検出するものが知られている(例えば、特許文献1、2参照。)。

[0003] 特許文献1に記載のシール付回転数検出装置は、図47に示すように、外輪301aに取り付けられたシール部材302と、内輪301bに嵌合されたスリング303と、スリング303の外側面に取り付けられて磁気パルスを発生するエンコーダ304と、エンコーダ304に近接して配置されて磁気パルスを検出するセンサ305とから構成されている。このシール付回転数検出装置が取り付けられた軸受ユニットでは、シール部材302とスリング303とにより、埃、水等の異物が軸受内部に侵入することを防止し、軸受内部に充填された潤滑剤が軸受外部に漏洩することを防止している。また、エンコーダ304は、内輪301bが1回転する間に、極数に対応した数の磁気パルスを発生させ、この磁気パルスをセンサ305により検出することで内輪301bの回転数を検出している。

[0004] 従来、車輪用軸受に使用する磁気エンコーダには、ゴムに磁性体粉を混入させたゴム磁石が用いられる。ゴム磁石からなる磁気エンコーダは、加硫接着によりスリングと好適に接合されているため、過酷な温度環境下(−40℃〜120℃)において生じる

スリングとの熱伸縮差を、その弾性変形により吸収することができる。このため、上記のような温度環境下においてもスリングに対する固着性が維持され、剥れの問題が生じ難い。一般的に、エンコーダ用として用いられるのは、磁性体粉としてフェライトを含有したニトリルゴムが用いられており、ロールで練られることで、機械的に磁性体粉が配向された状態になっている。

特許文献1:特開2001-255337号公報

特許文献2:特開2003-57070号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 近年、車輪の回転数をより正確に検出するために、磁気エンコーダの磁石部を円周方向にさらに多極化する傾向にある。しかしながら、従来の機械配向法によるフェライト含有ゴム磁石エンコーダでは、一極あたりの磁束密度が小さくなり、回転数を精度よく検出するためには、センサと磁石との隙間(即ち、エアギャップ)を小さくする必要があるため組立てが困難となる虞がある。このため、組立て性の面からエアギャップを大きくとるためには、磁石の磁気特性を向上させる必要がある。

[0006] しかしながら、ゴム磁石の磁気特性を向上させるために、磁性体粉の混入量を多くした場合、強度の低下と共に弾性が低下するため、優れた耐熱衝撃性が著しく損なわれることになる。このため、ゴム磁石とスリングとの間の熱伸張差の吸収作用が損なわれるので、ゴム磁石がスリングから剥離して脱落、或いはゴム磁石に亀裂やひび割れが発生する虞がある。

[0007] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、磁気特性が高く、高精度な回転数検出を可能にした信頼性の高い磁気エンコーダ、及び軸受を提供することにある。また、本発明の目的は、過酷な使用条件においても磁石部に亀裂が発生したり、磁石部が固定部材であるスリングから脱落することを防止することができる磁気エンコーダ、及び軸受を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の上記目的は、以下の構成により達成される。

(1) 円周方向に多極着磁された略円環状の磁石部を備える磁気エンコーダであつ

て、

前記磁石部は、磁性体と樹脂とを含有することを特徴とする磁気エンコーダ。

(2) 前記樹脂は、熱可塑性樹脂であることを特徴とする(1)に記載の磁気エンコーダ。

(3) 前記熱可塑性樹脂は少なくとも、分子中にソフトセグメントを有する熱可塑性樹脂を含有することを特徴とする(2)に記載の磁気エンコーダ。

(4) 前記磁石部が取り付けられる、磁性材料からなる固定部材をさらに備え、

前記磁石部と前記固定部材とは、フェノール樹脂系とエポキシ樹脂系の少なくとも一方を含む接着剤によって接合されることを特徴とする(1)に記載の磁気エンコーダ。

(5) 前記磁石部は、射出成形により形成されることを特徴とする(2)〜(4)のいずれかに記載の磁気エンコーダ。

(6) 前記射出成形は、ディスクゲート方式であることを特徴とする(5)に記載の磁気エンコーダ。

(7) 固定輪と、回転輪と、前記固定輪と前記回転輪との間で周方向に転動自在に配設された複数の転動体と、前記固定部材が前記回転輪に固定される(1)〜(6)のいずれかに記載の磁気エンコーダとを備えたことを特徴とする軸受。

(8) 前記軸受は車輪用軸受であることを特徴とする(7)に記載の軸受。

発明の効果

[0009] 本発明の磁気エンコーダによれば、磁石部は、磁性体と樹脂とを含有する構成としたので、ゴム磁石に対して比較的多量の磁性体粉を混入することが可能となり、優れた磁気特性を有する磁気エンコーダを提供することができ、また、磁界をかけた状態での射出成形(磁場成形)が容易であり、優れた磁気特性発現に不可欠な異方性磁石を得ることができる。

また、本発明の磁気エンコーダによれば、樹脂は、好ましくは熱可塑性樹脂であり、より好ましくは分子中にソフトセグメントを有する熱可塑性樹脂を含有するので、磁石部に亀裂が発生するのを防止でき、信頼性を向上することができる。

さらに、本発明の磁気エンコーダによれば、磁石部が取り付けられる、磁性材料か

らなる固定部材をさらに備え、磁石部と固定部材とは、フェノール樹脂系とエポキシ樹脂系の少なくとも一方を含む接着剤によって接合されるので、接着部に剥れが発生し難く、信頼性を向上することができる。

また、本発明の磁気エンコーダによれば、磁石部がディスクゲート方式の射出成形により成形されるので、磁石材料が放射円状に射出成形されウェルド部を生じることのない機械的強度の高いものとなり、また、エンコーダに含有される磁性体の配向度の高い、磁気特性に優れたものとなる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の第1実施形態の転がり軸受ユニットを示す断面図である。
- [図2]本発明の第1実施形態の磁気エンコーダを備えたシール装置を示す断面図である。
- [図3]磁気エンコーダの円周方向に多極磁化された例を示す斜視図である。
- [図4(a)]顕微鏡で観察した化学エッチング処理されたスリングの表面を示す。
- [図4(b)]顕微鏡で観察した化学エッチング処理されたスリングの表面を示す。
- [図4(c)]顕微鏡で観察した化学エッチング処理されたスリングと磁石部の接合状態を示す断面である。
- [図5]磁場射出成形機を示す模式図である。
- [図6(a)]キャビティを形成する可動側金型と固定側金型の断面図である。
- [図6(b)]図6(a)のVI拡大断面図である。
- [図7]磁石部の形状が異なる第1実施形態の変形例の磁気エンコーダを備えたシール装置を示す断面図である。
- [図8]第1実施形態の磁気エンコーダを備えたハブユニット軸受の変形例を示す断面図である。
- [図9]本発明の第2実施形態の転がり軸受ユニットを示す拡大断面図である。
- [図10]本発明の第3実施形態の転がり軸受ユニットを示す断面図である。
- [図11]本発明の第3実施形態の磁気エンコーダを備えたシール装置を示す断面図である。
- [図12]本発明の第4実施形態である磁気エンコーダが組み付けられた転がり軸受ユ

ニットの断面図である。

[図13]図12に示すスリングの正面図である。

[図14]図13に示すスリングのXIV-XIV矢視断面と同一平面における図12に示す転がり軸受ユニットの要部断面図である。

[図15]図13に示すスリングのXV-XV矢視断面と同一平面における図12に示す転がり軸受ユニットの要部断面図である。

[図16]図13に示すエンコーダの射出成形に用いられる金型の断面図である。

[図17]本発明に係る第5実施形態である磁気エンコーダが組み付けられた転がり軸受ユニットの断面図である。

[図18]磁気エンコーダの磁石部の接着面を示す斜視図である。

[図19]図18におけるXIX-XIX矢視断面図である。

[図20]第5実施形態の変形例である磁気エンコーダの磁石部を示す斜視図である。

[図21]本発明の第6実施形態である磁気エンコーダが組み付けられた主軸装置の断面図である。

[図22]図21に示す磁気エンコーダの磁石部の斜視図であり、且つ磁石部の着磁パターンを示す模式図である。

[図23]図22におけるXXIII-XXIII矢視断面図である。

[図24]本発明に係る第7実施形態である磁気エンコーダを備えた転がり軸受ユニットの断面図である。

[図25]図24における点線円XXVで囲まれた部分の拡大断面図である。

[図26]図24に示す磁気エンコーダの平面図である。

[図27]図26におけるXXVII-XXVII矢視断面図である。

[図28]第7実施形態の第1の変形例の磁気エンコーダの平面図である。

[図29]図28におけるXXIX-XXIX矢視断面図である。

[図30]第7実施形態の第2の変形例の磁気エンコーダの断面図である。

[図31]第7実施形態の第3の変形例の磁気エンコーダの断面図である。

[図32]図31におけるXXXII-XXXII矢視断面図である。

[図33]第7実施形態の第4の変形例の磁気エンコーダの断面図である。

[図34]第7実施形態の第5の変形例の磁気エンコーダの断面図である。

[図35]第7実施形態の第6の変形例の磁気エンコーダの断面図である。

[図36]第7実施形態の第7の変形例の磁気エンコーダの断面図である。

[図37]本発明に係る第8実施形態であるエンコーダを備えたハブユニット軸受の断面図である。

[図38]図37におけるエンコーダの平面図である。

[図39]図38におけるXXXIX-XXXIX矢視断面図である。

[図40]図37における磁気エンコーダの磁石部の斜視図であり且つ永久磁石の着磁パターンを示す模式図である。

[図41]第8実施形態の変形例である磁気エンコーダの平面図である。

[図42]図41におけるXXXXII-XXXXII矢視断面図である。

[図43]プレス加工によって粗面化处理されたスリングを示す斜視図である。

[図44]スリングがプレス加工される状態を示す断面図である。

[図45]防湿被膜を備える第1実施形態の他の変形例の磁気エンコーダを備えたシール装置を示す断面図である。

[図46]エンコーダの接着面の表面粗さとエンコーダおよび接着剤の引張強度との関係を示すグラフである。

[図47]従来の転がり軸受ユニットを示す断面図である。

符号の説明

[0011] 2a, 30, 260 ハブユニット軸受(軸受)

5a 外輪(固定輪)

7a ハブ(回転輪)

11 結合フランジ

12 取付フランジ

16a 内輪(回転輪)

17a 玉(転動体)

21a, 21b シールリング

22a, 22b 弾性材

24a, 24b 芯金

25, 33, 60, 110, 151, 242 スリンガ(固定部材)

26, 31, 46, 120, 160, 222, 240, 270 磁気エンコーダ

27, 34 磁気形成リング(磁石部)

28, 32, 47, 227 センサ

40, 100, 150, 230 転がり軸受ユニット

41 外輪(固定輪)

42 内輪(回転輪)

43 玉(転動体)

45 密封装置

50 シール部材

70, 121, 161, 221, 241, 271 磁石部

200 主軸装置

220, 272 固定部材

242a 第1スリンガ部材(固定部材)

242b 第2スリンガ部材(固定部材)

発明を実施するための最良の形態

[0012] 以下、本発明の磁気エンコーダ及び軸受の各実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0013] (第1実施形態)

図1は、本発明の実施形態の一例として、独立懸架式のサスペンションに支持する、非駆動輪を支持するための車輪用軸受であるハブユニット軸受2aに、本発明を適用した場合について示している。尚、本発明の特徴以外の構成及び作用については、従来から広く知られている構造と同等であるから、説明は簡略にし、以下、本発明の特徴部分を中心に説明する。

[0014] ハブユニット軸受2aは、固定輪である外輪5aと、車輪(図示せず)を固定するための取付フランジ12と一体回転する回転輪(回転体)であるハブ7a及び内輪16aと、外輪5aとハブ7a及び内輪16との間で周方向に転動自在に配設された複数の転動体

である玉17a、17aと、磁気エンコーダ26とを含む。

- [0015] ハブ7aの内端部に形成した小径段部15に外嵌した内輪16aは、このハブ7aの内端部を径方向外方にかしめ広げる事により形成したかしめ部23によりその内端部を抑え付ける事で、ハブ7aに結合固定されている。また、車輪は、このハブ7aの外端部で、固定輪である外輪5aの外端部から突出した部分に形成した取付フランジ12に円周方向に所定間隔で植設されたスタッド8によって、結合固定自在としている。これに対して外輪5aは、その外周面に形成した結合フランジ11により、懸架装置を構成する、図示しないナックル等に結合固定自在としている。外輪5aとハブ7a及び内輪16aとの間には、保持器18によって案内される複数の玉17a、17aが周方向に転動自在に配置されている。
- [0016] 更に、外輪5aの両端部内周面と、ハブ7aの中間部外周面及び内輪16aの内端部外周面との間には、それぞれシールリング21a、21bが設けられる。これら各シールリング21a、21bは、外輪5aの内周面とハブ7a及び内輪16aの外周面との間で、各玉17a、17aを設けた空間と外部空間とを遮断している。
- [0017] 各シールリング21a、21bは、それぞれ軟鋼板を曲げ形成して、断面L字形で全体を円環状とした芯金24a、24bにより、弾性材22a、22bを補強してなる。この様な各シールリング21a、21bは、それぞれの芯金24a、24bを外輪5aの両端部に絞り嵌めで内嵌し、それぞれの弾性材22a、22bが構成するシールリップの先端部を、ハブ7aの中間部外周面、或は内輪16aの内端部外周面に外嵌固定したスリング25に、それぞれの全周に互り摺設させている。
- [0018] また、図2に示すように、磁気エンコーダ26は、固定部材であるスリング25と、スリング25の側面に一体接合された磁石部である磁極形成リング27とで構成される。図3に示すように、磁極形成リング27は多極磁石であり、その周方向には、交互にN極とS極が形成されている。そして、この磁極形成リング27に磁気センサ28が対面配置される(図1参照。)。
- [0019] 本発明では、磁気エンコーダ26の磁極形成リング27の磁石材料としては、異方性用の磁性体粉を86〜92重量%(60〜80体積%)含有し、熱可塑性樹脂をバインダーとした異方性磁石コンパウンドを好適に用いることができる。磁性体粉としては、スト

ロンチウムフェライトやバリウムフェライト等のフェライト、ネオジウム-鉄-ボロン、サマリウム-コバルト、サマリウム-鉄等の希土類磁性体粉を用いることができる。なお、希土類系の磁性体粉を使用した場合には、フェライト系に比べて耐酸化性が低いので、長期間に渡り安定した磁気特性を維持するために、電気ニッケルメッキ、無電解ニッケルメッキ、エポキシ樹脂塗膜、シリコン樹脂塗膜、またはフッ素樹脂塗膜等の表面処理層をエンコーダ表面に設けてもよい。

[0020] また、磁性体粉としては、耐侯性を考慮すると、ストロンチウムフェライト等のフェライトが最も好適であり、更にフェライトの磁気特性を向上させるためにランタンとコバルト等を混入させたり、フェライトの一部をネオジウム-鉄-ボロン、サマリウム-コバルト、サマリウム-鉄等の希土類磁性体粉に置き換えても良い。磁性体粉の含有量が86重量%未満の場合は、従来から用いられているフェライト系ゴム磁石と同等以下の磁気特性になると共に、細かいピッチで円周方向に多極磁化させるのが困難になり、好ましくない。それに対して、磁性体粉の含有量が92重量%を越える場合は、樹脂バインダー量が少なくなりすぎて、磁石全体の強度が低くなると同時に、成形が困難になり、実用性が低下する。

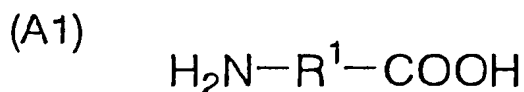
[0021] バインダーとしては、射出成形可能な熱可塑性樹脂が好適であり、ポリアミド6、ポリアミド12、ポリアミド612、ポリアミド11のようなポリアミド系樹脂およびポリフェニレンサルファイド(PPS)を用いることができる。これにより、エンコーダを磁場中で射出成形することが可能となり、エンコーダ中の磁性粉を磁場配向することができる。一般に、磁場配向は機械配向に比べ磁性体の配向度を高くすることができ、磁気特性を向上させることができる。なお、エンコーダに融雪剤として使用される塩化カルシウムが水と一緒にかかる可能性があるので、吸水性が少ないポリアミド12、ポリアミド612、ポリアミド11、PPSを樹脂バインダーとするのが特に好ましい。

[0022] また、温度変化など様々な環境で発生する亀裂を防止するために、分子中にソフトセグメントを有する熱可塑性樹脂、具体的には、ポリアミド12等のポリアミドからなるハードセグメントとポリエーテル成分のソフトセグメントを持つブロック共重合体である変性ポリアミド樹脂を主要な構成成分とし、引張強度・耐熱性等とのバランスを保つために、ポリアミド12、ポリアミド11、ポリアミド612の群から選ばれる少なくとも一種類の通

常のポリアミドを更に混合した混合物としてもよい。

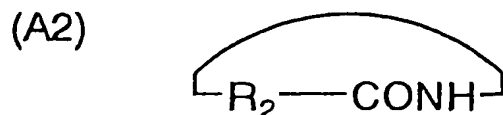
[0023] ポリアミド12をハードセグメントとした変性ポリアミド12樹脂としては、式(A1)で表わされるアミノカルボン酸化合物及び／又は式(A2)で表わされるラクタム化合物、式(B)で表わされるトリブロックポリエーテルジアミン化合物、そして式(C)で表わされるジカルボン酸化合物を重合して得られるものが挙げられる。

[0024] [化1]



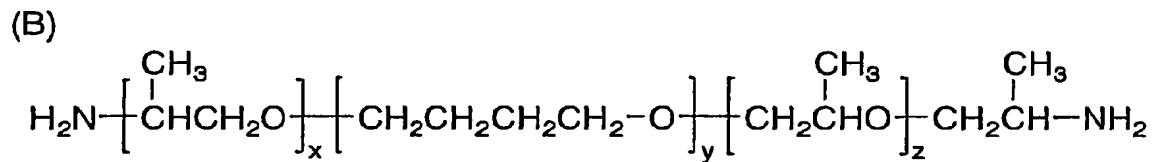
[0025] (但し、 R^1 は炭化水素鎖を含む連結基を表わす。)

[0026] [化2]



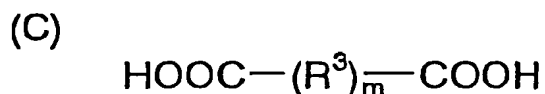
[0027] (但し、 R^2 は炭化水素鎖を含む連結基を表わす。)

[0028] [化3]



[0029] (但し、 x は1～20の数値、 y は4～50の数値、そして z は1～20の数値を表わす。)

[0030] [化4]



[0031] (但し、 R^3 は炭化水素鎖を含む連結基を表わし、 m は0または1である。)

- [0032] ここで、式(A1)の化合物、式(A2)の化合物、式(B)の化合物及び式(C)の化合物の総量に対して、アミノカルボン酸化合物及び／又はラクタム化合物が10乃至95質量%の量にて用いられることが好ましい。
- [0033] また、式(A1)の化合物及び／又は式(A2)の化合物が15乃至70質量%、そして式(B)の化合物と式(C)の化合物との合計量が30〜85質量%の量にて用いられることが好ましい。
- [0034] さらに、式(A1)の R^1 が炭素原子数2〜20のアルキレン基を含んでもよく、式(A2)の R^2 が炭素原子数3〜20のアルキレン基を含んでもよい。
- [0035] また、式(B)の x が2〜6の数値、 y は6〜12の数値、そして z は1〜5の数値を表わすか、或いは、式(B)の x が2〜10の数値、 y は13〜28の数値、そして z は1〜9の数値を表わすことが好ましい。
- [0036] 変性ポリアミド12樹脂は、融点で145〜176℃、曲げ弾性率で60〜500MPaの範囲に入るものを好適に用いることができる。耐熱性、亀裂発生防止を考慮すると、より好ましくは、融点で150〜162℃、曲げ弾性率で65〜250MPaの範囲である。融点が145℃未満、あるいは曲げ弾性率が60未満の変性ポリアミド12樹脂を用いると、磁石材料全体としては、柔軟性は向上するが、耐熱性、引張強度等が低下することが想定され、好ましくない。それに対して、曲げ弾性率が500MPaを越える場合は、柔軟性の改善効果が低く、亀裂発生防止に効果を発揮するレベルまで、曲げたわみ量を向上させることが難しくなる。
- [0037] また、本発明で用いられるプラスチック磁石材料は、リング状磁石の厚み方向に磁区配向(アキシアル異方性)したものが好ましく、磁気特性としては最大エネルギー積(BHmax)で1.3〜15MGOe、より好ましくは1.8〜12MGOeの範囲である。最大エネルギー積が1.3MGOe未満の場合は、磁気特性が低すぎるため、回転数を検知するためにセンサとの距離をかなり接近させて配設する必要があり、従来のフェライト含有ゴム磁石と大差がなく、性能向上が望めない。最大エネルギー積が15MGOeを越える場合は、過剰な磁気特性を有すると共に、比較的安価なフェライトを中心とした組成では達成不可能であり、ネオジウム-鉄-ボロン等の希土類磁性体粉を多量に配合する必要があるので、非常に高価で、尚且つ成形性も悪く実用性が低い。

- [0038] さらに、本発明で用いられる磁極形成リング27の磁石材料は、ゴム系フェライト磁石より高い最大エネルギー積BHmaxを有し、好ましくは、1.63〜2.38MGOe(13〜19kJ/m³)の範囲のフェライト系磁石として高い磁気特性を保持すると同時に、23℃での曲げたわみ量(厚さt=3.0mm、ASTM D790;スパン間距離50mm)が2〜10mmの範囲に入る、たわみ性に優れたものとし、耐亀裂性が高いものとなっている。
- [0039] 上記磁気特性、曲げたわみ量等を達成するために、本発明の磁石材料は、主材料の構成として、異方性用ストロンチウムフェライトが86〜92重量%、変性ポリアミド12樹脂が1〜7重量%、ポリアミド12が1〜13重量%となる。また、曲げたわみ量を達成すると共に、耐亀裂性を向上させるために、ベンゼンスルホン酸アルキルアミド類、トルエンスルホン酸アルキルアミド類、及びヒドロキシ安息香酸アルキルエステル類から選ばれる少なくとも1種類の特定の可塑剤を、全重量の中で、0.1〜4重量%程度含有してもよい。
- [0040] ベンゼンスルホン酸アルキルアミド類としては、具体的には、ベンゼンスルホン酸ブロピルアミド、ベンゼンスルホン酸ブチルアミド、及びベンゼンスルホン酸2-エチルヘキシルアミドなどを挙げることができる。トルエンスルホン酸アルキルアミド類としては、具体的には、N-エチル-*o*-またはN-エチル-*p*-トルエンスルホン酸ブチルアミド、N-エチル-*o*-またはN-エチル-*p*-トルエンスルホン酸2-エチルヘキシルアミドなどを挙げることができる。ヒドロキシ安息香酸アルキルエステル類としては、具体的には、*o*-または*p*-ヒドロキシ安息香酸エチルヘキシル、*o*-または*p*-ヒドロキシ安息香酸ヘキシルデシル、*o*-または*p*-ヒドロキシ安息香酸エチルデシル、*o*-または*p*-ヒドロキシ安息香酸オクチル、*o*-または*p*-ヒドロキシ安息香酸デシルドデシル、*o*-または*p*-ヒドロキシ安息香酸ドデシルなどを挙げることができる。上記の中で、樹脂への相溶性、低ブリードアウト性、耐熱性から、ベンゼンスルホン酸ブチルアミド、*p*-ヒドロキシ安息香酸エチルヘキシル、*p*-ヒドロキシ安息香酸ヘキシルデシルが特に好ましい。更に、上記配合材料の他に、フェライトの分散性とポリアミド類との密着性を改良するシランカップリング剤や酸化防止剤等各種添加剤を加えてもよい。
- [0041] 尚、本発明に係る、磁気エンコーダを構成するプラスチック組成物には、靱性を付

与させるために、例えばカルボキシル化スチレンーブタジエンゴム加硫体の微粒子を、また、スリングに対する接着性を高めるために、例えばグリシジルメタクリレートを一成分とする共重合体のような接着性改質剤を、適宜添加しても良い。

[0042] さらに、熱可塑性樹脂は少なくとも、ポリブチレンテレフタレート、又はポリブチレンナフタレートのどちらか一方のハードセグメントと、ポリエーテル成分又はポリエステル成分の少なくとも一方のソフトセグメントを持つブロック共重合体である変性ポリエステル樹脂で構成されるものであってもよく、このようなバインダーを使用することでも、所望の曲げたわみ量(厚さ $t=3.0\text{mm}$ 、 23°C 、ASTM D790;スパン距離 50mm で $2\sim 15\text{mm}$)や所望の磁気特性(最大エネルギー積 $BH_{\text{max}}:1.63\sim 2.38\text{MGOe}$ ($13\sim 19\text{kJ}/\text{m}^3$))を達成することができる。

[0043] また、スリング25の材質としては、磁気エンコーダの磁気特性を低下させず、尚且つ使用環境から鉄系磁性材料が用いられ、スリング25の取り付け位置によって、耐食性、コストを鑑みて適宜選択可能である。鉄系磁性材料としては、一定レベル以上の耐食性を有するフェライト系ステンレス(SUS430等)、マルテンサイト系ステンレス(SUS410、SUS420等)等の磁性材料が最も好ましい。また、このステンレス鋼製のスリング表面は、接着剤の選定を行えば、BA5号等の光輝仕上げを行ったものや、表面に微細な凹凸が残るNo. 2B等の仕上げを行ったものを使用可能であるが、磁石材料との接合性を向上させるために、ショットブラスト等の機械的粗面化処理や以下の工程で行われる化学エッチング処理を伴う粗面化処理、或いは、以下に示すプレス加工時の粗面化処理を行うことが好適である。

[0044] 化学エッチング処理を伴う粗面化処理の第一の工程では、スリング25の表面をアルカリ脱脂剤にて清浄した後、常温の希塩酸等中に数分間浸漬して酸洗後、少なくともシュウ酸イオンとフッ素化合物イオンを含有するシュウ酸鉄処理液に数分間浸漬して、表面にシュウ酸鉄皮膜が形成される。第二の工程では、このシュウ酸鉄皮膜が形成された磁性ステンレス鋼製のバックヨークを、常温で硝酸-フッ化水素酸混酸の水溶液などに数分間浸漬し、下地のステンレス鋼が浸されないレベルまで、シュウ酸鉄皮膜の大部分が除去され、バックヨーク表面に化学エッチングされた凹凸が形成される。この凹凸は化学的に形成されるので、ショットブラスト法などによる機械的凹凸

に比べて、形状依存性がなく、全表面に均一に形成され、部分的に凹部の内側空間が広がったようなシャープな(角のある)窪み状の凹凸となる。このスリングの凹凸には、接着剤が入り込みやすく、接着剤をスリングに塗布後半硬化状態で焼き付けたものをコアにしてインサート成形し、必要に応じて二次加熱することで、凹凸がないスリングを用いたものに比べて強固な接着状態を達成することができる。

[0045] また更に防錆性あるいは接着剤の密着性を向上させる第三の工程を行ってもよい。防錆性を向上させる処理の具体例としては、第二工程で使用したシュウ酸鉄皮膜処理であるが、第二工程でせつかく形成された凹凸表面を覆い尽くさないような微細な結晶で形成される薄膜が好ましい。この微細結晶を得る手段としては、処理前に表面調整液に浸漬処理して、結晶核を形成しておく方法が効果的である。

[0046] 接着剤の密着性を向上させる処理としては、シランカップリング剤処理が効果的である。シランカップリング剤皮膜は接着剤のプライマーとして働き、片末端に接着剤の官能基と反応性が高いアミノ基、エポキシ基等を有するものが好ましく、具体的には、 γ -アミノプロピルトリエトキシシラン、 γ -グリシドキシプロピルトリエトキシシラン等であり、アルコール等の希釈液に浸漬後、必要に応じて乾燥することで形成される。

[0047] 第三工程で形成される皮膜の厚みは、 $0.01 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $0.01 \sim 0.5 \mu\text{m}$ である。皮膜の厚みが $0.01 \mu\text{m}$ 未満であると、防錆性、接着剤密着性の改善効果が乏しくなり、好ましくない。それに対して、皮膜の厚みが $1.0 \mu\text{m}$ を越えると、第二工程で設けた凹凸表面が覆い尽くす割合が増えるので好ましくない。第二工程、あるいは第三工程まで行って得られたスリングの表面の凹凸の状態は、JIS B 0601 (2001)で規定される算術平均高さRaで $0.2 \sim 2.0 \mu\text{m}$ 、最大高さRzで $1.5 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度である。凹凸の状態が下限値未満であると、くさび効果を発現させるのが困難になる。またそれに対して、凹凸の状態が上限値を越えるとそれだけくさび効果は向上するが、化学エッチング法で達成するのが難しくなり、実用性が低下すると共に、スリングの裏面部が接触するゴムシールリップとのシール性が低下し好ましくない。

[0048] また、磁性ステンレス以外の鉄系磁性材料、例えば、SPCC等の冷延鋼板等の場合は、第一工程で用いられる表面処理液を、亜鉛イオン、ニッケルイオン、コバルトイ

オン、カルシウムイオン及びマンガンイオンからなる群から選ばれる少なくとも一種の重金属イオンと、リン酸イオンとを含有するもの、具体的にはリン酸亜鉛処理液、リン酸マンガン処理液等に変更して同様に他の工程を実施することで化学エッチングによる凹凸が形成される。

- [0049] なお、スリング25にフェライト系ステンレスを用いる場合には、Crを16〜20質量%、Moを0.4〜2.5質量%含有する耐食性フェライト系ステンレス(SUS434, SUS444等)を使用してもよい。この場合、スリング25の磁極形成リング27との接合面は、化成処理が施されてもよく、或いは、上記化学エッチング処理が施されてもよい。
- [0050] また、プレス加工時における粗面化処理は、鉄系磁石材料の薄板を金型間でプレス成形する際、スリング25の接合面のみを金型表面に設けられた微細な凹凸に押し付けて転写し、図43に示されるような、微細な凹凸部25cを接合面に設ける。
- [0051] 具体的に、プレス成形機280は、図44に示されるように、スリング25の円筒部25aの内径と略同径の外径を有する円柱状のガイド部281を有する基台282と、基台282上でガイド部281に外嵌される環状の面精度荒加工金型283と、荒加工金型283の上方で上下方向に移動可能で、円筒部25aの外径と略同径の内径を有する環状の押し型284とを備える。荒加工金型283の表面には、微細な凹凸283aが設けられている。この微細な凹凸283aを設ける方法としては、化学的エッチング、放電加工、転造あるいは切削式ローレット加工等が好適である。
- [0052] そして、押し型284を下方に駆動し、荒加工金型283と押し型284との間に設けられた鉄系磁石材料の薄板をプレス成形することで、ガイド部281の外周面と押し型284の内周面との間に円筒部25aが形成される。この際、荒加工金型283に設けられた凹凸283aにスリング25を形成する薄板の接合面が押し付けられることによって、実際には凹凸283aの比較的高い凸部が優先的に押し付けられ、平滑だった部分に凹凸部25cが形成される。
- [0053] 凹凸部25cの凹部の深さは、1〜20 μ m程度、より好ましくは2〜10 μ m程度である。凹部の深さが1 μ m未満の場合には、この凹部に入り込んで、接着剤のアンカー効果を発現させるには、深さが浅すぎて、接合力の向上があまり見られず実用性が低い。凹部の深さが20 μ mを越える場合には、金型283に設ける凸部を更に深くす

る必要があるため、プレス成形時にて転写する際、裏側の平滑面にも影響する虞があり、好ましくない。

- [0054] また、鉄系磁石材料からなるスリング25において、接合面以外の平滑面の表面仕上げ状態としては、特に限定されないが、Raで0.1 μm 以下の、BA2号(Ra0.06程度)、BA5号(Ra0.03程度)等のBA仕上げ、あるいは、No. 2B(Ra0.06程度)等のAP仕上げされたものが、摺接するシールリップへの攻撃性を考慮して好ましい。
- [0055] 本実施形態のエンコーダでは、スリング25の磁石接合面に接着剤が塗布され、化学エッチング等によって設けられた凹凸に接着剤が入り込み、アンカー効果により金属側と強固に接着状態を維持している。この接着剤層は、インサート成形時に硬化反応が進む接着剤であり、インサート成形時に溶融した高圧のプラスチック磁石材料によって、脱着して流失しない程度まで半硬化状態になっており、溶融樹脂からの熱、あるいはそれに加えて成形後の二次加熱によって完全に硬化状態となる。使用可能な接着剤としては、溶剤での希釈が可能で、2段階に近い硬化反応が進むフェノール樹脂系接着剤やエポキシ樹脂系接着剤等が、耐熱性、耐薬品性、ハンドリング性を考慮して好ましい。
- [0056] フェノール樹脂系接着剤は、ゴムの加硫接着剤として用いられているものが好適であり、組成としては特に限定されないが、ノボラック型フェノール樹脂やレゾール型フェノール樹脂と、ヘキサメチレンテトラミンなどの硬化剤を、メタノールやメチルエチルケトンなどの溶解させたものが使用できる。また、接着性を向上させるために、これらにノボラック型エポキシ樹脂を混合したものであってもよい。
- [0057] 例えば、本実施形態で用いるフェノール樹脂系接着剤は、少なくともレゾール型フェノール樹脂とビスフェノールA型エポキシ樹脂を含み、例えば100℃～120℃、数分～30分程度の硬化条件で、インサート成形時の高温高圧の溶融プラスチック磁石材料によって流失されない程度の半硬化状態でスリングに焼き付けることができ、更に、インサート成形時の溶融プラスチック磁石からの熱、更には、それに引き続く二次加熱(例えば130℃、2時間程度)によって完全に硬化するものである。尚、このフェノール樹脂系接着剤には、耐硬化歪み性を向上させる効果がある無機充填材(具体

例としては、例えば溶融シリカ粉末、石英ガラス粉末、結晶ガラス粉末、ガラス繊維、アルミナ粉末、タルク、アルミニウム粉末、酸化チタン)、可撓性を向上させるため、架橋ゴム微粒子(具体的には分子鎖中にカルボキシル基を有する加硫された、平均粒子径で30〜200nm程度のアクリロニトリルブタジエンゴム微粒子が最も好適)等を更に添加しても良い。

[0058] 尚、フェノール樹脂系接着剤を構成するレゾール型フェノール樹脂は、フェノール類とホルムアルデヒドとを塩基性触媒の存在下で反応させることによって得られる。また、その原料となるフェノール類としては、例えばフェノール、m-クレゾール、p-クレゾール、m-クレゾールとo-クレゾールの混合物、p-第3ブチルフェノール、p-フェニルフェノール、ビスフェノールA等のフェノール性水酸基に対して、o-および/またはp-位に2個または3個の置換可能な核水素原子を有するものであれば任意のものを使用することができる。

[0059] 更に、本実施形態に用いられるレゾール型フェノール樹脂は、例えばフェノール樹脂にo-またはp-アルキルフェノールを導入した変性レゾールであっても良い。通常、o-またはp-アルキルフェノールの導入により、フェノール樹脂の可撓性が改善されることになる。同様の理由から、レゾールをブチルアルコールでエーテル化したブチルエーテル化レゾールやロジンとレゾールとの反応により得られるロジン変性レゾール等を使用しても良い。

[0060] 尚、本実施形態に係るフェノール樹脂系接着剤には、その接着性能および接着剤としての硬化特性を向上させるために、ビスフェノールA型エポキシ樹脂が添加して用いられる。尚、ビスフェノールA型エポキシ樹脂としては、室温条件下で液状、あるいは固形のものがあるが、それらが、本発明に係る接着剤に含まれるフェノール樹脂100重量部当り、液状樹脂の場合には約1〜20重量部、または固形樹脂の場合には約5〜30重量部の割合で用いられる。用いられるビスフェノールA型エポキシ樹脂の割合が多い程、接着特性は向上するが、耐不凍液性等が求められる場合、その性能が低下する傾向にある。

[0061] 更に、本実施形態に係るフェノール樹脂系接着剤には、強靱性の付与を目的として、ノボラック型エポキシ樹脂あるいはノボラック型フェノール樹脂を添加しても良い。

これらの樹脂は、加熱工程でレゾール型フェノール樹脂と反応するため、その含有量が増大するほど強靱性が向上することになる。ただし、その含有量は、レゾール型フェノール樹脂100重量部当り、30重量部以下であることが望ましい。これは、ノボラック型エポキシ樹脂あるいはノボラック型フェノール樹脂がこれ以上の割合で使用されると、プラスチック磁石に対する接着性に悪影響を及ぼす恐れがあるためである。

[0062] 尚、本実施形態に係るフェノール樹脂系接着剤は、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン類、メタノール、エタノール等のアルコール類が一般に用いられる有機溶媒中に、少なくともレゾール型フェノール樹脂とビスフェノールA型エポキシ樹脂を含む接着剤組成物を約5〜40重量%の固形分濃度で溶解させた有機溶媒溶液として調整され、使用される。

[0063] フェノール樹脂系接着剤を用いての磁気エンコーダの製作は、ステンレススチール製のスリング上にこれを塗布し、室温条件下で20〜60分放置して風乾させた後、約120℃で約30分間程度の条件で加熱処理(焼付け処理)を行う。加熱処理して接着剤を焼き付けたスリングを金型にセットし、それをコアとしてプラスチック磁石材料をインサート成形を行う。その後、得られた成形体を、約130℃で約2時間程、加熱(二次硬化)させる。さらに、加熱処理して得られるプラスチック磁石とスリングの接着物を、ヨークコイルを用いて多極に着磁することで、磁気エンコーダが製作される。

[0064] エポキシ樹脂系接着剤としては、原液としては一液型エポキシ系接着剤で、溶剤への希釈が可能なものが好適である。この一液型エポキシ系接着剤は、溶剤を蒸発させた後、適当な温度・時間でスリング表面に、インサート成形時の高温高压の熔融樹脂によって流失されない程度の半硬化状態となり、インサート成形時の樹脂からの熱、及び二次加熱によって完全に硬化状態となるものである。

[0065] 本実施形態で用いる一液型エポキシ系接着剤は、少なくともエポキシ樹脂と硬化剤とからなり、硬化剤は室温近辺ではほとんど硬化反応が進まず、例えば80〜120℃程度で半硬化状態となり、120〜180℃の高温の熱を加えることによって完全に熱硬化反応が進むものである。この接着剤には、反応性希釈剤として使用されるその他のエポキシ化合物、熱硬化速度を向上させる硬化促進剤、耐熱性や耐硬化歪み性を向上させる効果がある無機充填材、応力がかかった時に変形する可撓性を向上

させる架橋ゴム微粒子等を更に添加しても良い。

- [0066] 前記エポキシ樹脂としては、分子中に含まれるエポキシ基の数が2個以上のものが、十分な耐熱性を発揮し得る架橋構造を形成することができるなどの点から好ましい。また、4個以下、さらに3個以下のものが低粘度の樹脂組成物を得ることができるなどの点から好ましい。分子中に含まれるエポキシ基の数が少なすぎると、硬化物の耐熱性が低くなると共に強度が弱くなるなどの傾向が生じ、一方、分子中に含まれるエポキシ基の数が多すぎると、樹脂組成物の粘度が高くなると共に硬化収縮が大きくなるなどの傾向が生じるためである。
- [0067] また、前記エポキシ樹脂の数平均分子量は、200～5500、特に200～1000が、物性のバランスの面から好ましい。数平均分子量が少なすぎると、硬化物の強度が弱くなると共に耐湿性が小さくなるなどの傾向が生じ、一方、数平均分子量が大きすぎると、樹脂組成物の粘度が高くなると共に作業性調整のために反応性希釈剤の使用が多くなるなどの傾向が生じるためである。
- [0068] さらに、前記エポキシ樹脂のエポキシ当量は、100～2800、特に100～500が、硬化剤の配合量が適正範囲になるなどの点から好ましい。エポキシ当量が小さすぎると、硬化剤の配合量が多くなりすぎると共に硬化物の物性が悪くなるなどの傾向が生じ、一方、エポキシ当量が大きすぎると、硬化剤の配合量が少なくなると共にエポキシ樹脂自体の分子量が大きくなって樹脂組成物の粘度が高くなるなどの傾向が生じるためである。
- [0069] 前記エポキシ樹脂としては、例えばビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールAD型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、グリシジルアミン型エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、ポリエステル変性エポキシ樹脂、シリコン変性エポキシ樹脂のような他のポリマーとの共重合体などが挙げられる。このうち、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールAD型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂などが、比較的 low 粘度で、硬化物の耐熱性と耐湿性に優れるので好ましい。

- [0070] 前記硬化剤としては、アミン系硬化剤、ポリアミド系硬化剤、酸無水物系硬化剤、潜在性硬化剤等を用いることができる。
- [0071] アミン系硬化剤は、アミン化合物であり、硬化反応によりエステル結合を生成しないため、酸無水物系硬化剤を用いた場合に比べて、優れた耐湿性を有するようになり好ましい。アミン化合物としては、脂肪族アミン、脂環族アミン、芳香族アミンのどれでもよいが、芳香族アミンが配合物の室温での貯蔵安定性が高いと共に、硬化物の耐熱性が高いので最も好ましい。
- [0072] 芳香族アミンとしては、3, 3'-ジエチル-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、3, 5-ジエチル-2, 6-トルエンジアミン、3, 5-ジエチル-2, 4-トルエンジアミン、3, 5-ジエチル-2, 6-トルエンジアミンと3, 5-ジエチル-2, 4-トルエンジアミンとの混合物、等を例示することができる。
- [0073] ポリアミド系硬化剤は、ポリアミドアミンとも呼ばれ、分子中に複数の活性なアミノ基を持ち、同様にアミド基を一個以上持つ化合物である。ポリエチレンポリアミンから合成されるポリアミド系硬化剤は、二次的な加熱によりイミダジリン環を生じ、エポキシ樹脂との相溶性や機械的性質が向上するので好ましい。ポリアミド系硬化剤は、少量のエポキシ樹脂を予め反応させたアダクト型のものでもよく、アダクト型にすることで、エポキシ樹脂との相溶性に優れ、硬化乾燥性や耐水・耐薬品性が向上し好ましい。このポリアミド系硬化剤を用いることで、エポキシ樹脂との架橋により特に可撓性に富んだ強靱な硬化樹脂となるので、本発明の磁気エンコーダに求められる耐熱衝撃性に優れ、好適である。
- [0074] 酸無水物系硬化剤で硬化した硬化物は、耐熱性が高く、高温での機械的・電氣的性質が優れている一方でやや脆弱な傾向があるが、第三級アミン等の硬化促進剤と組み合わせることで改善が可能である。酸無水物系硬化剤としては、無水フタル酸、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、エンドメチレンテトラヒドロ無水フタル酸、メチレンエンドメチレンテトラヒドロ無水フタル酸、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、無水トリメリット酸等を例示することができる。
- [0075] 潜在性硬化剤は、エポキシ樹脂との混合系において、常温での貯蔵安定性に優れ、一定温度以上の条件下にて速やかに硬化するものであり、実際の形態としては、エ

ポキシ樹脂の硬化剤たり得る酸性または塩基性化合物の中性塩又は錯体で加熱時に活性化するもの、マイクロカプセル中に硬化剤が封入され圧力により破壊するもの、結晶性で高融点かつ室温でエポキシ樹脂と相溶性がない物質で加熱溶解するもの等がある。

[0076] 潜在性硬化剤としては、高融点の化合物である1, 3-ビス(ヒドラジノカルボエチル)-5-イソプロピルヒダントイン、エイコサン二酸ジヒドラジド、アジピン酸ジヒドラジド、ジシアンジアミド、7, 11-オクタデカジエン-1, 18-ジカルボヒドラジド等を例示することができる。このうち、7, 11-オクタデカジエン-1, 18-ジカルボヒドラジドは、硬化剤として使用することで、エポキシ樹脂との架橋により特に可撓性に富んだ強靱な硬化樹脂となるので、本発明の磁気エンコーダに求められる耐熱衝撃性に優れ、好適である。

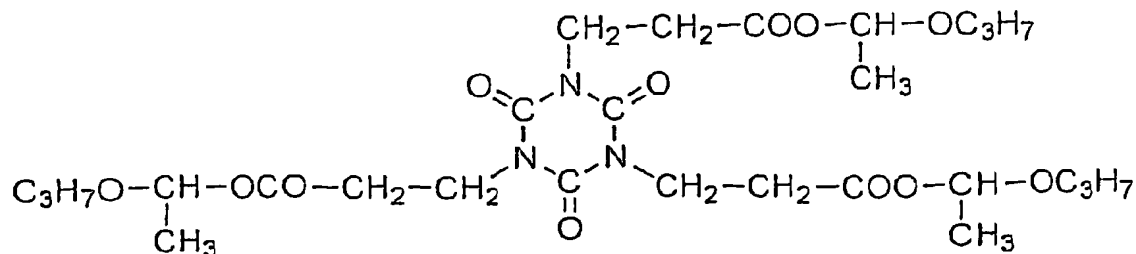
[0077] 前記反応性希釈剤としては、t-ブチルフェニルグリシジルエーテル、2-エチルヘキシルグリシジルエーテル、アリルグリシジルエーテル、フェニルグリシジルエーテル等を用いることができ、反応性希釈剤を添加することで硬化物に適度な可撓性を付与することができる。ただし、これらの反応性希釈剤は、多量に使用すると、硬化物の耐湿性や耐熱性を低下させるので、主体となるエポキシ樹脂の重量に対して、好ましくは30%以下、より好ましくは20%以下の割合で添加される。

[0078] 前記硬化促進剤としては、常温では硬化反応を促進させせずに十分な保存安定性を有し、100℃以上の高温になったときに速やかに硬化反応を進行させるものが好ましく、例えば、分子内の1-アルコキシエタノールとカルボン酸の反応により生じるエステル結合を一個以上有する化合物等がある。この化合物は、例えば一般式(I)：



(式中、 R^3 は炭素数2〜10個で、窒素原子、酸素原子などの1種以上が含まれていてもよいn価の炭化水素基、 R^2 は炭素数1〜6個で、窒素原子、酸素原子などの1種以上が含まれていてもよい1価の炭化水素基、nは1〜6の整数)で表される化合物である。その具体例を化5に示す。

[0079] [化5]



[0080] 他の具体例としては、 R^3 が2価のフェニル基で R^2 がプロピル基の化合物、 R^3 が3価のフェニル基で R^2 がプロピル基の化合物、 R^3 が4価のフェニル基で R^2 がプロピル基の化合物などが挙げられる。これらは単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせ用いても良い。このうち、化1で表される化合物が硬化反応性と貯蔵安定性のバランスの点から、最も好ましい。

[0081] また、上記した化合物以外に、2-メチルイミダゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール、2-ウンデシルイミダゾール、2-フェニルイミダゾール等のイミダゾール化合物を硬化促進剤として用いても良い。

[0082] また、硬化促進剤として、エポキシ基と反応して開環反応を引き起こすような活性水素を有する化合物である、例えばアジピン酸等のカルボン酸類を使用してもよい。硬化促進剤としてアジピン酸を使用することで、エポキシ樹脂のエポキシ基及び硬化剤のアミノ基と反応し、得られた硬化物はアジピン酸の添加量が増えるに従って可撓性を有するようになる。可撓性を発現させるためには、アジピン酸の添加量は、接着剤全量に対して、10〜40重量%、より好ましくは20〜30重量%である。添加量が10重量%未満の場合は、十分な可撓性が発現しない。それに対して、添加量が40重量%を越えると、その分エポキシ樹脂の接着剤中での全体量が減り、接着力、機械的強度が低下して好ましくない。尚、アジピン酸は、ポリアミド樹脂の出発原料でもあるので、磁性体粉のバインダーをポリアミド12、ポリアミド6などのポリアミド系樹脂とした場合、バインダー材料自体に極微量残存するモノマーやオリゴマー成分との反応性も有し、アジピン酸を含有する接着剤組成とすることで、より強固な接着が可能である。

- [0083] 更に硬化促進剤として、エポキシ基の開環反応を促進する触媒として働く、ジメチルベンジルアミン等の3級アミン、テトラブチルアンモニウムブロマイド等の4級アンモニウム塩、3-(3', 4'-ジクロロフェニル)-1, 1-ジメチル尿素等のアルキル尿素などを添加しても良い。
- [0084] 上記したアミン類等も含めて、上記の開環反応で生成したOH基は、被着材である金属表面の水酸基と水素結合を作り、また、バインダー材料であるナイロンのアミド結合等に作用して強固な接着状態を保つことができる。
- [0085] 前記無機充填材としては、従来から使用されているものであれば特に限定なく使用することができる。例えば溶融シリカ粉末、石英ガラス粉末、結晶ガラス粉末、ガラス繊維、アルミナ粉末、タルク、アルミニウム粉末、酸化チタンなど挙げられる。
- [0086] 前記架橋ゴム微粒子としては、エポキシ基と反応しうる官能基を有するものが好ましく、具体的には分子鎖中にカルボキシル基を有する加硫されたアクリロニトリルブタジエンゴムが最も好ましい。粒子径はより細かいものが好ましく、平均粒子径で30〜200nm程度の超微粒子のものが、分散性と安定した可撓性を発現させるために最も好ましい。
- [0087] 以上説明した一液型エポキシ接着剤は、常温ではほとんど硬化反応進が行せず、例えば80〜120℃程度で半硬化状態となり、120〜180℃の高温の熱を加えることによって完全に熱硬化反応が進むものである。より好ましくは、150〜180℃で比較的短時間で硬化反応が進むものが好ましく、180℃程度の高周波加熱での接着が可能なのが最も好ましい。
- [0088] 以上説明したフェノール樹脂系接着剤、エポキシ樹脂系接着剤の熱硬化後の硬化物は、物性として、曲げ弾性率あるいはヤング率が0.02〜5GPa、より好ましくは0.03〜4GPaの範囲であり、あるいは硬度(デュロメータDスケール;HDD)が40〜90、より好ましくは60〜85の範囲であることが好ましい。曲げ弾性率あるいはヤング率が0.02GPa未満、あるいは硬度(HDD)が40未満の場合は、接着剤自体が柔らか過ぎて自動車等の走行時の振動によって変形しやすく、それにより磁石部が動き易いため、回転数の検出精度が低下する虞があり好ましくない。一方、曲げ弾性率あるいはヤング率が5GPaを越える、あるいは硬度(HDD)が90を越える場合は、接着剤

自体が硬すぎて、磁気エンコーダの磁石と固定部材との熱伸縮差(即ち、両者の線膨張係数の差による伸縮量の差)を吸収するように変形するのは難しく、最悪の場合、磁石に亀裂等が発生する虞があり好ましくない。本発明の一液型エポキシ系接着剤は、自動車での使用を前提とすると耐熱衝撃性が求められ、硬化状態で可撓性(応力がかかったときに変形する)を有するものがより好ましい。

[0089] 以下、上記材料を用いた本発明の磁気エンコーダの製造方法について詳細に説明する。まず、スリングの表面に、上述した工程で化学エッチング処理を伴う粗面化処理が行なわれ、図4(a)～(c)の断面電子顕微鏡写真に示されるように、表面が粗面化される。そして、この表面に接着剤を半硬化状態で焼き付けたスリングをコアにしたプラスチック磁石材料の射出成形(インサート成形)を、磁場射出成形機80を用いて行なう。

[0090] 磁場射出成形機80は、図5に示されるように、支持台81上に型締め装置82と射出装置83とを備える。型締め装置82は、トグル機構等の可動機構84により、支持台81に固定されたハウジング85に対して移動可能な可動部86と、支持台81に固定された固定部87と、可動部86をハウジング85と固定部87間で案内する4本のタイバー88とを有する。可動部86と固定部87は、可動側金型89と固定側金型90をそれぞれ備える。また、可動部86及び固定部87の側面には、コイル91、92が配置されており、電源装置93によって通電される。制御装置94は、可動機構84、電源装置91、射出装置83に接続されており、これらを制御するように構成される。

[0091] 図6(a)に示されるように、可動側金型89は、当板95にボルト固定された複数の可動側金型片89a～89cからなり、固定側金型90も、複数の固定側金型片90a～90cからなる。そして、可動側金型89と固定側金型90との対向面間には、キャビティ96とディスクゲート97が形成される。これにより、射出装置83のノズル98から射出された溶融したプラスチック磁石材料は、スプルー部99からディスクゲート97を介してキャビティ96内に充填される。図6(b)に示されるように、可動側金型片89a、89b間には、スリング25の円筒状の嵌合部を収容する環状空間が構成されており、中央に位置する固定側金型片90aは、その外径側に位置する固定側金型片90bよりも可動側金型89に向けて突出しており、固定側金型片90aは、収容されたスリング25と径方向

に重なって位置する。

[0092] また、磁場射出成形機80に取り付けられた金型89, 90中で溶融したプラスチック磁石材料の射出時に併せて、コイル電流を金型89, 90の両端のコイル91, 92に印加して、発生する一方向(極性同一)の磁界でプラスチック磁石材料を着磁し、磁性体粉を配向させる。その後、金型89, 90中で冷却時に着磁方向と逆方向の磁界で脱磁する脱磁と、着磁時のコイル電流より高い初期コイル電流に始まって極性が交互に反転し振幅が徐々に小さくなる複数のパルス電流を金型両端のコイル91, 92に印加して脱磁する反転脱磁の少なくとも一方の工程により脱磁を行なう。次に、ゲート部を除去してから、恒温槽等で一定温度、一定時間加熱することで、接着剤を完全に硬化させる。なお、場合によっては、高周波加熱等で高温、短時間加熱することで、完全に硬化させても良い。その後、周知のオイルコンデンサ式等の脱磁機を用いて、2mT以下、より好ましくは1mT以下の磁束密度まで、更に脱磁する。その後の工程で、周知の着磁ヨークと重ね合わせて多極着磁し、磁石部の製造を完了する。磁石部の極数は70〜130極程度、好ましくは90〜120極である。極数が70極未満の場合は、極数が少なすぎて回転数を精度良く検出することが難しくなる。それに対して、極数が130極を越える場合は、各ピッチが小さくなりすぎて、単一ピッチ誤差を小さく抑えることが難しく、実用性が低い。

[0093] なお、エンコーダ部の成形は、上述したように、内径厚み部から溶融したプラスチック磁石材料が同時に金型中に高圧で流れ込み、金型中で急冷され固形化する、ディスクゲート方式の射出成形(インサート成形)が好ましい。溶融樹脂はディスク状に広がってから、内径厚み部にあたる部分の金型に流入することで、中に含有する鱗片状の磁性体粉が面に対して平行に配向する。特に、内径厚み部近傍の、回転センサの検出する内径部と外径部との間の部分はより配向性が高く、厚さ方向に配向させたアキシアル異方性に非常に近くなっている。成形時に金型に、厚さ方向に磁場をかけるようにすると、異方性はより完全に近いものとなる。

[0094] 尚、磁場成形を行なっても、ゲートをディスクゲート以外の、例えばサイドゲートとした場合、徐々に固形化に向かって樹脂粘度が上がっていく過程で、ウェルド部での配向を完全に異方化するのは困難であり、それによって、磁気特性が低下すると共

に、機械的強度が低下するウェルド部に長期間の使用によって、亀裂等が発生する可能性があり好ましくない。従って、本実施形態では、スリングをコアにして厚み方向に磁界をかけた状態で、ディスクゲートによるインサート成形が行われる。

- [0095] なお、成形された磁気エンコーダ26の磁極形成リング27の色は、フェライト粉を入れるため黒色であるが、添加剤によって若干変化する。また、図2に示されるように、磁石材料は、スリング25のフランジ部の外周部分にも回りこみ、機械的にも接合されている。
- [0096] 本実施形態の磁気エンコーダによれば、磁石部は、磁性体と樹脂とを含有する構成としたので、ゴム磁石に対して比較的多量の磁性体粉を混入することが可能となり、優れた磁気特性を有する磁気エンコーダを提供することができ、また、磁界をかけた状態で射出成形(磁場成形)が容易であり、優れた磁気特性発現に不可欠な異方性磁石を得ることができる。
- [0097] また、本実施形態の磁気エンコーダによれば、磁石部は、磁性体粉を86〜92重量%含有した熱可塑性樹脂をバインダーとするプラスチック磁石材料からなり、磁石部は、インサート成形時に硬化反応が進む接着剤によって、磁性材料からなるスリングと化学的に接合されているので、磁石部は、良好な磁気特性を持った、細かいピッチでの円周方向への多極磁化を可能にすると共に、磁石全体の強度を確保することができる。
- [0098] また、本実施形態の磁気エンコーダによれば、磁石部はフェライト系磁性体粉と熱可塑性樹脂とを含有する磁石材料からなり、磁石部は磁性材料からなるスリングに一体接合されており、磁石部は、厚さが3.0mmで、23℃での曲げたわみ量が2〜10mmの範囲にあるので、曲げたわみ量を大きくして、耐亀裂性を向上している。したがって、スリングをコアにしてインサート成形で機械的に接合された構造としても、自動車の足回り部が晒される高温、低温、高温と低温間の移行時の熱衝撃等の応力が磁石部に掛かったとき、磁石部に亀裂が発生するのを効果的に防止し、信頼性を格段に向上することができる。また、この曲げたわみ量は、バインダーとして変性ポリアミド12樹脂を含有することで与えられる。
- [0099] また、本実施形態の磁気エンコーダによれば、スリングは、化学エッチング処理を

伴う粗面化された鉄系磁性材料からなるので、接着剤のくさび効果で、スリングと磁石部の接着性を向上している。

- [0100] さらに、接着剤として、フェノール系接着剤あるいはエポキシ系接着剤を用いることで、自動車の足回り部が晒される高温、低温、高温と低温間の移行時の熱衝撃、グリースやオイル等の各種薬剤によって、接着部に剥れ等が発生する可能性が低く、信頼性を向上している。また、この2段階の硬化が可能な接着剤を用い、半硬化状態の接着剤を焼き付けた状態でインサート成形することで、機械的及び化学的に、スリングと磁石部の接合が可能になり、生産性、信頼性も一層向上する。
- [0101] また、本実施形態に係る磁気エンコーダの製造方法によれば、過酷な使用条件下においても、スリングより剥離して脱落することがない、高信頼性の磁気エンコーダの作製が可能である。また、本実施形態の製造方法によって得られるプラスチック磁石中の磁性体粉は、円環状の磁石の厚み方向に高度に配向しているため、その着磁により得られるエンコーダの磁気特性は極めて良好なものとなる。このため、磁石中の磁性体粉の含有量によっては、従来では20mT程度であった磁束密度を26mT以上に向上させることが可能である。よって磁気エンコーダとセンサとのギャップを従来と同様に1mmとした場合に、従来では96極に多極磁化されていた物を、一極当りの磁束を維持して120極以上に多極磁化することが可能である。この時、単一ピッチ誤差は±2%以下とできる。即ち、本実施形態に係る磁気エンコーダによれば、従来と同等のエアギャップとした場合に、極数を増加させて車輪の回転速度の検出精度を向上させることができる。また、本実施形態に係るプラスチック磁石を従来と同数の極数とした場合に、エアギャップを大きくとることができ、センサを配置する際の自由度を向上させることができる。
- [0102] なお、本実施形態のハブユニット軸受では、磁極形成リング27がスリング25から剥れることが防止されればよく、図2のように、磁極形成リング27がスリング25のフランジ部表面とフランジ部外周部分とで接合されてもよく、図7に示すように、フランジ部表面のみで接合されても良い。
- [0103] また、図45に示されるように、接合されたスリング25と磁極形成リング27に、少なくとも互いの接合境界部分a, bを覆うように防湿被膜290を設け、接着剤層への水分

の浸透を最小限に抑制するようにしてもよい。なお、防湿被膜290を形成する材料としては、非晶性フッ素樹脂、硬化型ウレタン樹脂、硬化型アクリル樹脂、硬化型エポキシ樹脂、ポリパラキシリレン誘導体などがある。この中で、特に樹脂自体に撥水性がある非晶性フッ素樹脂被膜、ポリパラキシリレン誘導体が水分の透過を抑える効果が高く特に好適である。また、図45では、防湿被膜290は、スリング25と磁極形成リング27の全体を覆っているが、コスト面から少なくとも互いの接合境界部分a, bを覆っていればよく、特に、シールリップが摺動する部分には防湿被膜がないほうが好ましい。

[0104] さらに、図8に示すように、磁気エンコーダ26が設けられた側の開口端部(車両側の開口端部)は、外輪5aに内嵌したハブキャップ29により密封されるので、スリング25に摺接するシール部材を別途設ける必要がなく、単独で使用されるスリング25を磁極形成リング27の固定部材としてもよい。さらには、開口端部がハブキャップ29により密封されるので、遠心力により油やごみを飛ばし、且つポンプの作用をして油の流出とごみの侵入を防ぐというスリングの機能を必ずしも必要としない。よって、磁極形成リング27の固定部材は、スリングに限定されるものではない。

[0105] (第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係る、独立懸架式のサスペンションに支持する、非駆動輪を支持するための車輪用軸受であるハブユニット軸受について、詳細に説明する。なお、第1実施形態と同等部分については同一符号を付し、説明を省略或いは簡略化する。

[0106] 第1実施形態では、磁気エンコーダ26とセンサ28がアキシャル方向に対向するタイプであったが、本実施形態のハブユニット軸受30では、図9に示されるように、磁気エンコーダ31とセンサ32とがラジアル方向に対向している。

[0107] 本実施形態の磁気エンコーダ31では、内輪16aの内端部外周面に固定部材である円環状のスリング33が外嵌固定されており、内輪16aから軸方向に延びるスリング33の内周面には、磁石部である磁極形成リング34が取り付けられている。また、外輪5aの外周面には、静止部材であるカバー部材35がハブユニット軸受2aの軸方向端部を覆うように固定されており、カバー部材35に形成された開口部にはセンサ32が

磁極形成リング34とラジアル方向に対向するようにして取り付けられている。

なお、磁気エンコーダ31の組成、成形方法については、第1実施形態のものと同様である。

[0108] 従って、本実施形態の磁気エンコーダ31によれば、アキシアル方向に対向する磁気エンコーダに比べて、同一スペースに対して被検出面の径を大きくできるので、ピッチ数が同一の場合、各ピッチ幅を大きくでき、製作しやすい。

[0109] (第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態に係る磁気エンコーダ付シール装置が組み付けられた転がり軸受ユニットについて詳細に説明する。

[0110] 図10および図11に示すように、本実施形態である磁気エンコーダを備えた転がり軸受ユニット40は、固定輪である外輪41と、回転輪(回転体)である内輪42と、外輪41及び内輪42により画成された環状隙間に転動自在に配置され且つ保持器44により円周方向に等間隔に保持された複数の転動体である玉43と、前記環状隙間の開口端部に配設された密封装置45と、磁気エンコーダ46と、センサ47とを備えている。

[0111] 密封装置45は、外輪41の内周面に装着されたシール部材50と、シール部材50よりも軸受外方に配置され且つ内輪42の外周面に固定されたスリング60とを有しており、シール部材50とスリング60とによって前記環状隙間の開口端部を塞ぎ、埃等の異物が軸受内部に進入することを防止すると共に軸受内部に充填された潤滑剤が漏洩することを防止している。そして、磁気エンコーダ46は、スリング60とこのスリング60に取付けられた磁石部70と、から構成されており、磁石部70はスリング60を固定部材として内輪42に固定されている。

[0112] シール部材50は、断面略L字形の円環状に形成された芯金51により、同じく断面略L字形の円環状に形成された弾性材52を補強して構成されており、外輪41に内嵌して装着されている。弾性材52の先端部は複数の摺接部に分岐しており、各摺接部は、スリング60のフランジ部62の軸受内方に面する端面、または嵌合部61の外周面に、全周に亘ってそれぞれ摺接している。これにより高い密封力を得ている。

[0113] スリング60は断面L字形の円環状に形成されており、内輪42の外周面に外嵌する

略円筒状の嵌合部61と、嵌合部61の片側端部から半径方向に展開した鏢状のフランジ部62と、嵌合部61の片側端部を折り曲げることで、フランジ部62の内径側でフランジ部62より軸方向外方に突出する突き出し部63と、を有している。また、突き出し部63の外周面には、周方向の複数ヶ所に形成されたノッチ部64が設けられている。フランジ部62の軸受外方に面する端面(以後、接合面と称する。)62aには、内輪42の回転に同期して近傍の磁場(例えば、磁束密度)を変化させる磁石部70が接合されている。そして、同時に、磁石部70は、ノッチ部64とフランジ部62の外周部分とも機械的に接合されている。

なお、磁気エンコーダ46の組成、成形方法については、第1実施形態のものと同様である。

[0114] 従って、本実施形態の磁気エンコーダによれば、溶融した磁石材料は、スリング60のフランジ部62の外径部に加えて、内径側に設けた突き出し部63の周方向に複数設けたノッチ部64にも流れ込んで、機械的に接合される。これにより、磁石材料の収縮は、フランジ部62の外径部だけでなく、内径側の突き出し部63でも受けることになり、熱衝撃等で発生する磁石部の亀裂発生の頻度をより低減することができる。

なお、本実施形態の磁気エンコーダ46は、図1に示すようなハブユニット軸受に組み込んで使用することもできる。

[0115] (第4実施形態)

次に、本発明の第4実施形態に係る磁気エンコーダが組み付けられた転がり軸受ユニットについて詳細に説明する。なお、第3実施形態の転がり軸受ユニットと同等部分については、同一符号を付して説明を省略或いは簡略化する。

[0116] 図12～図15に示すように、転がり軸受ユニット100は、固定輪である外輪41と、回転輪である内輪42と、外輪41及び内輪42により画成された環状隙間に転動自在に配置され且つ保持器44により円周方向に等間隔に保持された複数の転動体である玉43と、前記環状隙間の開口端部に配設された密封装置45と、内輪42の回転数を検出するための磁気エンコーダ120と、センサ47とを備えている。

[0117] 密封装置45は、外輪41の内周面に固定され、芯金51及び弾性材52とを備えたシール部材50と、シール部材50よりも開口端部外側に配置され且つ内輪42の外周面

に固定されたスリング110とを有しており、シール部材50とスリング110とによって環状隙間の開口端部を塞ぎ、埃等の異物が軸受内部に進入することを防止すると共に軸受内部に充填された潤滑剤が軸受外部に漏洩することを防止している。そして、磁気エンコーダ120は、円環状の磁石部121が固定部材であるスリング110に接合されることで構成され、内輪42と共に回転する。

[0118] スリング110は磁性材料を断面L字形の円環状に形成したものであり、内輪42の外周面に外嵌する略円筒状の嵌合部112と、嵌合部112の前記開口端部側の一端から半径方向に伸びる略円板状のフランジ部111とを有している。そして、フランジ部111の外周縁部には、凹状に切欠かれた係止部113が円周方向に等間隔に複数設けられていると共に、フランジ部111には、周方向に等間隔に貫通孔114が形成されている。フランジ部111の開口端部外方の端面には、内輪42の回転に同期して近傍の磁場(例えば、磁束密度等)を変化させる磁気エンコーダ120が接合されている。

[0119] 磁石部121は、断面略矩形の円環状の着磁部122と、スリング110の係止部113と係合する複数の係止片と、該複数の係止片を連結する連結部123とが設けられている。従って、係止部113と係止片とが係合し、且つエンコーダ120の着磁部122と連結部123とによりフランジ部111を挟持することにより、磁石部121とスリング110とが機械的に接合される。さらに、フランジ部111の貫通孔114にも溶融した磁石材料が充填され、磁石部121とスリング110とが機械的に接合される。

[0120] 磁石部121は、磁性粉を86〜92重量%の範囲内で適宜含有すると共に熱可塑性樹脂をバインダとした磁石材料を射出成形して形成されており、金型中のスリング110をコアとしてインサート成形されている。インサート成形とすることにより、溶融した磁石材料がスリング110の係止部113に充填されて係止片が形成されると共に、フランジ部111の開口端部内方の端面に隣接して、前記係止片を連結するように設けられた金型中の円環状の空間にも充填されて連結部123が形成される。係止部113と係止片とが係合し、且つ磁石部121の着磁部122と連結部123とがフランジ部111を挟持することにより、磁石部121とスリング110とが機械的に接合されている。

[0121] 着磁部122は、第1実施形態の図3に示す磁極形成リング27と同様に、円周方向に等間隔にS極とN極とが交互に(即ち、多極に)着磁されている。内輪42が一回転

する間に、磁気エンコーダ120近傍の一点における磁束密度が、着磁部122の極数に対応したピーク数を有して周期的に変化する。そして、軸受外方に面する磁石部121の軸方向端面に対向して配置されたセンサ47により前記磁束密度の変化を検出して内輪42の回転数を検出している。

[0122] 磁気エンコーダ120の磁石部121は、図16を参照して、可動側型板131と、コア132と、固定側型板133と、スプル用エジェクタピン134aと、エジェクタピン134bとを有する射出成形機を用いて成形されている。可動側型板131は、射出成形機のノズルが接続されて熔融した磁石材料を注入されるノズル口135が上側面中央部に形成されおり、ノズル口135に連続して断面略円形状のスプル136が下側面まで貫通して形成されている。スプル136は射出成形機の前記ノズルからランナ137に至る磁石材料の流入経路であり、ノズル口135よりもランナ137側を大径としたテーパ状に形成されている。これにより、スプル136で固化した磁石材料(成形体)を抜き易くしている。ランナ137はスプル136からゲート138に至る樹脂の流入経路であり、固定側型板133に設けられた略円盤状の凹部と、可動側型板131の下側面とにより画成された空間である。また、ランナ137の底面中央部には、成形体の取り出し方向に対してストップとなる逆テーパ状のスプルロックが設けられており、射出成形後、可動側型板131を取り外す際に可動側型板131と成形体とをスムーズに分離することができる。そして、スプルロックの下方にはスプル用エジェクタピン134aが設けられており、成形体を下方から突き上げて成形体を固定側型板133から分離する。

[0123] ゲート138は磁石材料がランナ137からキャビティ139に流入する流入口であり、キャビティ139は磁石部121の形状を成形するための空間である。キャビティ139は、不図示のスリングを保持するコア132に設けられた磁石部121の形状に対応した円環状の凹部と、固定側型板133の周面と、可動側型板131の下側面とにより画成された空間である。またキャビティ139の底面には周方向に複数のエジェクタピン134bが設けられており、射出成形後、磁石部121を下方から突き上げて磁石部121をコア132から分離する。ゲート138は、ランナ137とキャビティ139とを連通させるように、ランナ137の外周部とキャビティ139の内周部とを全周に互って接続する円環状の空間であって、所謂ディスクゲートである。

[0124] 磁石部121は、上記の射出成形機において、熔融した磁石材料がノズル口135からスプル136を経てランナ137に流入し、ディスクゲート138から高圧でキャビティ139に射出され、そして、急冷されて固化することにより成形されている。ディスクゲート138から高圧で射出された磁石材料は、キャビティ139の内周部から放射円状に広がって均一にキャビティ139内に充填されるため、熔融した磁石材料同士が衝突することも無く、磁石材料中に含有された鱗片状(板状結晶)の各磁性粉が、面の法線方向(即ち、磁化容易方向)を磁気エンコーダ120の厚み方向(言い換えれば、軸方向)と平行に整列させて配向されている。特に、センサによって走査される内周部近傍(即ち、着磁部)は配向度が高く、アキシアル異方性に非常に近い磁気特性を示す。尚、前記厚み方向に磁場をかけた状態で射出成形を行うことにより、磁石材料中の磁性粉をより完全に配向させることができる。

[0125] 前述の磁気エンコーダ120を組み付けられた転がり軸受ユニット100によれば、熱可塑性樹脂をバインダとして磁性粉を86〜92重量%の範囲で適宜含有した磁石材料をディスクゲート方式により内周部から放射円状に射出成形して磁石部121を円環状に成形したので、磁石部121に含有される磁性粉の配向度を高くすることができ、磁気エンコーダ120の磁気特性を向上させることができる。これにより、磁気エンコーダ120とセンサとの隙間を大きくとることができ、且つ磁石部121の着磁部122をより多極に着磁させることができるので、センサとの組み付けを容易にすると共に内輪42の回転数を高精度に検出することができる。また、磁石部121は熔融した磁石材料同士が衝突して固化したウェルド部を有しておらず、機械的強度が高く、亀裂等が生じ難い。さらに、スリング110をコアとして磁石部121をインサート成形したので、エンコーダ120と磁石部121とを機械的に接合することができ、磁石部121がスリング110から脱落することを確実に防止して信頼性を向上させることができる。

[0126] なお、本実施形態の磁気エンコーダ120の組成は、第1実施形態で説明したものを適用できる。

また、ポリアミド6やポリアミド12等のポリアミド樹脂を用いた場合に、スリングと磁石部との接合面にγ-グリシドキシプロピルトリエトキシシラン等のエポキシ基を有するシランカップリング剤を塗布した後に高周波加熱を行うことにより、シランカップリング剤

に含有されるメキシ基の加水分解によって生成されるシラノール基(Si-OH)がスリング表面のヒドロキシル基(OH)と脱水縮合反応を起こして新たな結合を形成すると共に、エポキシ基がバインダーのアミド結合と反応を起こして新たな結合を形成する。これにより、磁石部とスリングとが化学的に完全に接合され、磁石部がスリングから脱落することを確実に防止して、信頼性を向上させることができる。

[0127] また、スリング110のフランジ部111の構造は、図13に示すものに限られず、例えば、半径方向中央部の円周上において円周方向に等間隔に貫通孔や係合凹部を複数設けてもよい。この場合に、磁石部121は、前記貫通孔又は係合凹部に溶融した磁石材料が充填されるようにインサート成形されて、スリング110と機械的に接合される。さらに、比較的硬質な樹脂系の磁石部121とフランジ部111との密着性を向上させるために、間にゴム等のフィルム状の弾性部材を介在させてもよい。

[0128] また、本実施形態の磁気エンコーダ120も、ハブユニット軸受に適用可能であり、磁石部121は、第1実施形態同様、密封装置を構成するスリングに接合されてもよく、或いは、後述するように、互いに平行な2列の内輪軌道面との間に配置され、取り付け部材を介して回転体に固定されてもよい。この場合、センサは、磁石部121の外周面と対向するように配置され、外輪に保持される。また、スリングや取り付け部材はフランジ部のない単純な円環形状としてもよい。そして、磁石部121をスリングや取り付け部材とは別個に形成し、接着剤を用いてスリングや取り付け部材と接合してもよい。また、磁石部121を、スリングや取り付け部材、又は回転体に圧入して固定してもよく、接着剤による接合と圧入による固定とを併用して磁石部121を固定してもよい。

[0129] (第5実施形態)

次に、本発明の第5実施形態に係る磁気エンコーダが組み込まれた転がり軸受ユニットについて詳細に説明する。なお、第3実施形態の転がり軸受ユニットと同等部分については、同一符号を付して説明を省略或いは簡略化する。

[0130] 図17に示すように、本発明の第5実施形態である磁気エンコーダが組み付けられた転がり軸受150は、固定輪である外輪41と、回転体である内輪42と、外輪41及び内輪42により画成された環状隙間に転動自在に配置され且つ保持器44により円周方向に等間隔に保持された複数の玉43と、前記環状隙間の開口端部に配設された

密封装置45と、内輪42の回転数を検出するための磁気エンコーダ160と、センサ47とを備えている。密封装置45は、外輪41の内周面に固定され、芯金51と弾性材52とを備えるシール部材50と、シール部材50よりも開口端部外側に配置され且つ内輪42の外周面に固定されたスリング151とを有しており、シール部材50とスリング151とによって環状隙間の開口端部を塞ぎ、埃等の異物が軸受内部に進入することを防止すると共に軸受内部に充填された潤滑剤が軸受外部に漏洩することを防止している。

[0131] スリング151は磁性金属材料を断面L字形の円環状に形成したものであり、内輪42の外周面に外嵌する略円筒状の嵌合部153と、嵌合部153の開口端部側の一端から半径方向に伸びる略円盤状のフランジ部152とを有している。軸受外方に面するフランジ部152の端面には、内輪42の回転に同期して近傍の磁場(例えば、磁束密度等)を変化させる円環状の磁石部161が接着されており、スリング151と磁石部161とで磁気エンコーダ160を構成している。尚、磁石部161の固定部材であるスリング158を磁性材料から形成することにより、磁石部161の磁気特性が低下することを防止することができ、これにより、内輪42の回転数の検出精度を向上させることができる。

[0132] さらに図18及び図19を参照して、磁石部161は断面略矩形の円環状に射出成形されたプラスチック磁石である。磁石部161の軸方向の片側端面(以後、着磁面と称する。)は、第1実施形態の図3の磁極形成リング27と同様、円周方向に等間隔にS極とN極とが交互に(即ち、多極に)着磁されている。磁石部161の着磁面とは他方の軸方向端面には、スリング151のフランジ部152と接着される接着面162と、接着工程において接着面162に塗布された接着剤が外部に溢れ出すことを防止する溝163、163とが設けられている。尚、射出成形時に、磁石部161の軸方向に磁場をかけるようにする(即ち、磁場配向する)と、磁性粉の配向度を高め、磁石部161の磁気特性を向上させることができ、これにより、内輪42の回転数の検出精度を向上させることができる。

[0133] 磁石部161の溝163、163は、接着面162の外径側および内径側の周縁部において、それぞれ全周に互って断面略台形の円環状に形成されている。また、接着面162は0.8〜5.0 μ mRaの範囲において適宜な表面粗さを有するように、全面に凹凸

部を形成されている。接着面162の溝163、163の中間部(即ち、接着面162の径方向中央部における円周)には接着剤が塗布されており、接着面162とフランジ部152の前記端面とが接着されている。従って、磁石部161は、前記着磁面を軸受外方に向けた状態でスリング151に固定され、内輪162と共に回転する。内輪162が一回転する間に、磁石部161近傍の一点における磁束密度は、磁石部161の極数に対応したピーク数を有して周期的に変化する。そして、磁石部161の前記着磁面に対向して配置されたセンサ47により磁束密度の変化を検出して内輪42の回転数を検出する。

- [0134] 尚、前述した第5実施形態において、磁石部161は、接着面162を $0.8\sim 5.0\ \mu\text{mRa}$ の範囲において適宜な表面粗さに形成されていると共に、接着面162の内径側および外径側の周縁部にそれぞれ溝163、163が形成されているが、これに限定されるものではなく、例えば、溝163を設けずに、接着面162を $0.8\sim 5.0\ \mu\text{mRa}$ の範囲において適宜な表面粗さに形成するのみでもよく、若しくは、接着面162を平滑な面(通常 of 金型面仕上げにより達成される $0.4\ \mu\text{mRa}$ 程度)として、接着面162の内径および外径周縁部にそれぞれ溝163、163を形成するのみでもよい。また、図20に示すように、溝163を螺旋状に形成して、1本の溝163により接着面162全域をカバーするようにしてもよい。また、接着面162に形成される凹凸部は、好ましくは接着面162の全面に形成されるが、接着面162の少なくとも一部に形成されていればよい。例えば、接着面162全域に均一に点在するように形成してもよいし、接着面162の内径側および／または外径側の周縁部に全周に亘って形成されてもよい。

また、本実施形態の磁気エンコーダ160も、第4実施形態同様、ハブユニット軸受に適用可能であり、磁石部161は、第1実施形態のような密封装置を構成するスリングに接合されてもよく、或いは、後述するように、互いに平行な2列の内輪軌道との間に配置され、固定部材を介して回転体に固定されてもよい。

さらに、本実施形態の磁気エンコーダ160は、磁石部161とスリング151との接合方法が上記実施形態と異なることから、接着剤は第1実施形態のものに限らず種々のものが適用でき、また、磁石部161やスリング151の組成もそれに応じて適宜変更可能である。

[0135] (第6実施形態)

次に、図21を参照して、本発明の第6実施形態である磁気エンコーダを組み込んだ主軸装置を説明する。

[0136] 主軸装置200は、ハウジング216の内部に、回転体である主軸215を収容しており、主軸215は、ハウジング216と主軸215との隙間において軸方向に互いに平行に配置された転がり軸受210、210とにより回転自在に支持されている。転がり軸受210は、外輪211と、内輪212と、外輪211及び内輪212により画成された環状隙間に転動自在に配置された複数の玉213と、前記環状隙間の軸方向両側の開口端部を塞ぐシール部材214、214とにより、それぞれ構成されている。主軸215の基端部は転がり軸受210から軸方向に突出するように形成されており、その突端には磁石部221を主軸215に固定するための固定部材220が設けられ、固定部材220と磁石部221とで磁気エンコーダ222を構成している。固定部材220は主軸215と一体に略円柱状に形成されてもよく、また、主軸215とは別個の部材として円環状に形成されて主軸215に外嵌して固定されてもよい。そして、固定部材220の外周面には、主軸215の回転に同期して近傍の磁場(例えば、磁束密度等)を変化させる円環状に形成された磁石部221が外嵌して接着されている。

[0137] さらに図22および図23を参照して、磁石部221は断面略矩形の円環状に射出成形されたプラスチック磁石であり、磁石部221の外周面は円周方向に等間隔にS極とN極とが交互に(即ち、多極に)着磁されている。磁石部221の内周面には、固定部材220の外周面と接着される接着面223と、接着工程において接着面223に塗布された接着剤が外部に溢れ出すことを防止する溝224、224とが設けられている。そして、磁石部221の溝224、224は、接着面223の軸方向両端の周縁部において、それぞれ全周に互って、断面略台形の円環状に形成されている。また、接着面223は $0.8\sim 5.0\mu\text{mRa}$ の範囲において適宜な表面粗さに形成されている。接着面223の溝224、224の中間部全体には接着剤が塗布され、固定部材220の外周面と接着面223とが接着されている。これにより、磁石部221は固定部材220に固定され、主軸215と共に回転する。

なお、磁気エンコーダ222の組成については、上述した第5実施形態のものと同様

である。

[0138] そして、センサ227は、磁気エンコーダ222の径方向外方の延長上に設けられたハウジング216の貫通孔217に、保持部材218を介して保持されており、その先端に設けられたホール素子228を磁気エンコーダ222の外周面に僅かな隙間をおいて対向するように配置されている。センサ227により磁束密度の変化を検出することにより主軸215の回転数を検出している。

[0139] 尚、前述した第6実施形態において、固定部材220および磁石部221は互いに平行に配置された転がり軸受210、210の間に配置されて、主軸215に固定されてもよい。また、本実施形態の磁気エンコーダ222は、ハブユニット軸受に適用されても良い。

[0140] (第7実施形態)

次に、図24～図36を参照して、本発明の第7実施形態である磁気エンコーダを組み込んだ転がり軸受ユニットについて詳細に説明する。なお、第3実施形態の転がり軸受ユニットと同等部分については、同一符号を付して説明を省略或いは簡略化する。

[0141] 図24および図25に示すように、本発明の第7実施形態である磁気エンコーダを備えた転がり軸受ユニット230は、固定輪である外輪41と、回転輪である内輪42と、外輪41及び内輪42により画成された円環状隙間に円周方向に等間隔に配置され且つ保持器44により転動自在に保持された複数の転動体である玉列43と、円環状隙間の開口端部に配設された密封装置45と、内輪42の回転数を検出するための磁気エンコーダ240とを備えている。密封装置45は、スリング242と、スリング242よりも軸受内方側に配置され、芯金51と弾性材52とを備えるシール部材50から構成されており、シール部材50をスリング242に摺接させることにより円環状隙間の開口端部を塞ぎ、埃等の異物が軸受内部に進入することを防止すると共に軸受内部に充填された潤滑剤が軸受外部に漏洩することを防止している。

[0142] さらに図26から図28を参照して、磁気エンコーダ240は、磁石部241と、固定部材であるスリング242とを備えて構成されている。磁石部241は、磁性粉と該磁性粉のバインダーとして熱可塑性樹脂とを含み且つ磁性粉を86～92重量%の範囲で適宜

含有した磁石材料を円筒状に射出成形したものであり、円周方向にN極とS極とが交互に(即ち、多極に)着磁されている。磁石部241の射出成形の際には、厚み方向(軸方向)に磁場がかけられており、磁石部241中の磁性粉は軸方向に配向されている。よって、磁石部241はアキシアル異方性とされており、軸方向の両端面に一对の磁極面を有している。

[0143] スリング242は、磁性材料を全体として断面L字形の円環状に形成したものであり、円環状隙間において内輪42側から外輪41側に向けて半径方向に展開する鏢状のフランジ部244と、フランジ部244の内径側周縁部から略直角に屈曲して軸方向に延設された円筒部と、円筒部の端部から内輪42側に略180度屈曲して軸方向に延設された円筒状の嵌合部243と、から構成されている。また、フランジ部244の外径側周縁部には、前記円筒部とは逆方向に略直角に屈曲して軸方向に延設された円筒状の外枠245が設けられており、さらに外枠245の端部には、円周方向に等間隔に複数の切欠きが設けられており、複数の係止爪247が軸方向に突出して形成されている。また、外枠245と半径方向に対向する嵌合部243の端部(以後、内枠と称する。)246には、円周方向に等間隔に複数の切欠きが設けられており、複数の係止爪248が軸方向に突出して形成されている。外枠245の内径は、磁石部241の外径と略等しい径とされており、内枠246の外径は、磁石部241の内径と略等しい径とされている。

[0144] 磁石部241は、フランジ部244と外枠245と内枠246とにより画成された円筒状の凹部に嵌合し、前記一对の磁極面のうち一方の磁極面をフランジ部244(即ち、支持部)に密着させた状態で仮支持される。そして、外枠245の係止爪247および内枠246の係止爪248が、磁石部241の前記一对の磁極面のうち他方の磁極面の周縁部にそれぞれ係合するように折り曲げられ、さらに加締められる。これにより、磁石部241はスリング242のフランジ部244と係止爪247、248とにより挟持され、磁石部241とスリング242とが機械的に接合されている。

[0145] 磁石部241と一体とされたスリング242は、係止爪247、248と係合する磁石部241の磁極面を軸受外方に露出させるように、環状隙間の開口端部において内輪42の外周面に固定され、内輪42と共に回転する。よって、内輪42が一回転する間に、磁

石部241近傍の一点における磁束密度は、磁石部241の極数に対応したピーク数を有して周期的に変化する。そして、磁石部241の磁極面に対向して配置されたセンサ47により磁束密度の変化を検出して内輪42の回転数を検出する。

[0146] 上述の転がり軸受240によれば、磁石部241は、スリング242のフランジ部244と係止爪247、248とにより挟持されるように加締められて、スリング242に機械的に接合されているので、磁石部241がスリング242から脱落することを容易に且つ確実に防止することができ、エンコーダ240の信頼性を高めることができる。さらに磁石部241とフランジ部244との接着を併用して、磁石部241の磁極面とフランジ部244の密着度を高め、スリング242による保持強度を向上させてもよい。また、密封装置を構成するスリング242を磁石部241の固定部材とすることにより、磁石部241を内輪42と共に回転させるための固定部材を別途必要とせず、さらに、スリング242を磁性材料から形成することにより、磁石部241の磁気特性が低下することを防止することができ、内輪42の回転数(回転速度)を高精度に検出することができる。

[0147] 尚、上述した転がり軸受240において、円筒状の外枠245および内枠246に、それぞれ円周方向に等間隔に切欠きを設けて複数の係止爪247、248を形成し、係止爪247、248を折り曲げて加締める構成としているが、これに限定されるものではない。例えば、第7実施形態の第1の変形例として、図28および図29に示すように、外枠245および内枠246に切欠きを設けずに単なる円筒状としておき、揺動加締め等の方法によりその突端を徐々に塑性変形させ、全周に亘って永久磁石側に折りこむようにしてもよい。この場合、外枠245および内枠246の突端に形成される係止部249、250が磁石部241の前記磁極面の周縁部に全周に亘って係合し、フランジ部244と協働して磁石部241を挟持するように加締められるので、磁石部241とスリング242とをより強固に機械的に接合することができる。

[0148] また、上述した転がり軸受240において、固定部材であるスリング242は1個の部材として構成されているが、第7実施形態の第2の変形例として、図30に示すように、フランジ部244と外枠245と係止爪247と前記円筒部とを有する第1スリング部材242a、および嵌合部243と内枠246と係止爪248とを有する第2スリング部材242b、の別個の部材から構成するようにしてもよい。これにより、スリング242において嵌合部24

3と前記円筒部とが連続する屈曲部をなくし、フランジ部244および磁石部241の軸に対する垂直度を容易に確保することができる。よって、固定部材の成形性を高めると共に、内輪42の回転数(回転速度)を高精度に検出することができる。

[0149] さらに、第7実施形態の第3の変形例として、図31および図32に示すように、第2スリング部材242bの係止爪248の代替として、内枠246の突端を予め略直角に折り曲げて半径方向外方に展開する錨状の係止部250を形成しておいてもよい。この場合、磁石部241が、まず、第1スリング部材242aのフランジ部244に一方の磁極面を密着させた状態で外枠245に嵌合する。そして、外枠245の係止爪247が磁石部241の他方の磁極面の外径側周縁部に係合するように折り曲げられて加締められる。その後、第2スリング部材242bが圧入され、内枠246の係止部250が磁石部241の他方の磁極面の内径側周縁部に係合する。よって、係止爪247および係止部250がフランジ部244と協働して磁石部241を挟持するように加締められ、磁石部241とスリング242とが機械的に接合される。これにより、係止爪248を形成するために内枠246に複数の切欠きを設ける必要がなく、第2スリング部材242bの成形性を向上させることができる。

[0150] また、第7実施形態の第4の変形例として、図33に示すように、第1スリング部材242aの円筒部の軸方向端部から略直角に折り曲がって半径方向内方に展開する錨状のストッパ部251を設けてもよい。この場合、第2スリング部材242bの嵌合部243の軸方向長さは、第2スリング部材242bが圧入され、係止部250が磁石部241の磁極面の内径側周縁部に係合した際に、第2スリング部材242bの嵌合部243の突端がストッパ部251に当接するように設定される。これにより、第2スリング部材242bの過度の圧入を防ぎ、磁石部241の破損を防止することができる。

[0151] また、第7実施形態の第5の変形例として、図34に示すように、第1スリング部材242aの前記円筒部において、フランジ部244に連続する軸方向端部を切削加工等により肉薄に成形して、内周面に円筒状の段部252を設け、また、第2スリング部材242bの嵌合部243を、段部252の外径と略等しい外径とし且つ段部251の半径方向の幅と略等しい肉厚としてもよい。この場合、第2フランジ部242bの嵌合部243の軸方向長さは、第2スリング部材242bが圧入され、係止部250が磁石部241の磁極面

の内径側周縁部に係合した際に、嵌合部243の突端が段部252に当接するように設定される。これにより、第2スリング部材242bの過度の圧入を防ぎ、磁石部241の破損を防止することができると共に、エンコーダ240の取り付け空間(換言すれば、外輪41の内径および内輪42の外径)が制限される場合に、磁石部241の半径方向の幅(面積)を大きくすることができる。

[0152] また、第1スリング部材242aの前記円筒部において、上述のようにフランジ部244と接続する一方の軸方向端部を切削加工等により肉薄に形成することに替えて、第7実施形態の第6の変形例として、図35に示すように、フランジ部244と接続する軸方向端部が大径となるように、絞り加工等により段付きに成形して段部252を形成してもよい。

[0153] また、第7実施形態の第7の変形例として、図36に示すように、第1スリング部材242aのみで磁石部241を保持してもよい。即ち、磁石部241は、第1スリング部材242aのフランジ部244と係止爪247とにより挟持されて、保持されている。これにより、固定部材が1個で済み、係止爪の加締も磁石部241の外径側周縁部のみでよい。ため、磁石部241と固定部材との一体化が容易となると共に、エンコーダ240の取り付け空間が制限される場合に、磁石部241の半径方向の幅(面積)をさらに大きくすることができる。好ましくは、磁石部241の一方の磁極面とフランジ部244とは接着剤等を用いて接合される。

[0154] 上述した実施形態においては、スリング242を磁石部241の固定部材として磁気エンコーダ240を構成するようにしたので、密封装置45と磁気エンコーダ240とでスリング242を共有して転がり軸受の部品点数を削減することができる。

なお、本実施形態の磁気エンコーダ240は、図1に示すようなハブユニット軸受に組み込んで使用することもできる。また、本実施形態の磁気エンコーダ240を構成する磁石部241とスリング242の組成は、上記実施形態のものであってもよく、これらの接合方法が上記実施形態と異なることから、それに応じて適宜変更されてもよい。

[0155] (第8実施形態)

次に、図37から図40を参照して、本発明の第8実施形態である磁気エンコーダを備えた車輪用軸受であるハブユニット軸受について詳細に説明する。尚、第1実施

形態のハブユニット軸受と同等部分については同一符号を付し、説明を省略或いは簡略化する。

- [0156] ハブユニット260は、ハブ7aの取り付けフランジ12に固定された車輪(図示せず)を回転自在に支持するものである。外輪5aの内周面には、互いに平行な2列の外輪軌道10a, 10bが形成されており、また回転体であるハブ7a及び内輪部材16aの外周面には、外輪軌道10a, 10bにそれぞれ対向する内輪軌道14a, 14bが形成されている。外輪軌道10aと内輪軌道14aとの隙間、および外輪軌道10bと内輪軌道14bとの隙間には、保持器18, 18によって円周方向に等間隔に保持された複数の玉列17a, 17aがそれぞれ転動自在に配置されている。玉列17a, 17aの間において、磁気エンコーダ270がハブ7aの外周面に配置されている。
- [0157] 磁気エンコーダ270は、磁石部271と固定部材272から構成されており、磁石部271は、磁性粉と該磁性粉のバインダとして熱可塑性樹脂とを含み且つ磁性粉を86〜92重量%の範囲で適宜含有した磁石材料を円筒状に射出成形したものであり、図40に示すように、円周方向にN極とS極とが交互に(即ち、多極に)着磁されている。磁石部271の射出成形の際には、中心から半径方向に磁場がかけられており、磁石部271中の磁性粉は半径方向に配向されている。よって、磁石部271はラジアル異方性とされており、内周面および外周面に一対の磁極面を有している。
- [0158] 固定部材272は、磁性金属材料を円筒状に形成したものであり、軸方向中央部には、内周面においてハブ7aの外周面と嵌合し、且つ外周面において磁石部271の内周面と嵌合する嵌合部273を有している。また、固定部材272の軸方向両側の端部にはそれぞれ円周方向に等間隔に複数の切欠きが設けられており、複数の係止爪274, 275が軸方向に突出するように形成されている。
- [0159] 磁石部271は、固定部材272の一方の軸方向端部から挿入され、内径側の磁極面を嵌合部273の外周面に密着させた状態で、固定部材272に仮支持される。そして、係止爪274, 275が、磁石部271の外径側の磁極面の周縁部にそれぞれ係合するように折り曲げられ、さらに加締められる。これにより、磁石部271は固定部材272の嵌合部273と係止爪274, 275とにより挟持され、磁石部271と固定部材272とが機械的に接合されている。

[0160] 磁石部271と一体とされた固定部材272は、嵌合部273をハブ7aの外周面に嵌着させて、ハブ7aと共に回転する。よって、ハブ7aが一回転する間に、磁石部271近傍の一点における磁束密度は、磁石部271の極数に対応したピーク数を有して周期的に変化する。そして、磁石部271の外周側の磁極面と半径方向に対向して配置されたセンサ28により磁束密度の変化を検出してハブ7a(または、車輪)の回転数を検出する。

[0161] 尚、上述したハブユニット軸受260において、固定部材272の軸方向両側の端部に、円周方向に等間隔に切欠きを設けて複数の係止爪274, 275をそれぞれ形成し、係止爪274, 275を折り曲げて加締める構成としているが、これに限定されるものではない。例えば、固定部材272の一方の軸方向端部を、予め半径方向外方に180度屈曲させ断面略U字形の円環状に形成しておき、円環状の凹部に磁石部271の一方の軸方向端部を嵌合させて仮支持し、その後、固定部材272の他方の軸方向端部に形成された係止爪を折り曲げてもよい。これにより、仮支持における磁石部271の位置決めが容易となる。尚、この場合、固定部材272の断面略U字形の円環状に形成される一方の軸方向端部には切欠きを設けなくともよく、さらに、第8実施形態の変形例として、図41および図42に示すように、他方の軸方向端部にも切欠きを設けずに、揺動加締め等の方法によりその突端を徐々に塑性変形させ、全周に亘って永久磁石側に折りこむようにしてもよい。この場合、固定部材272の軸方向両側の端部が、磁石部271の外径側の磁極面の周縁部に全周に亘って係合し、嵌合部273と協働して磁石部271を挟持するように加締められるので、磁石部271と固定部材272とをより強固に機械的に接合することができる。

なお、本実施形態の磁気エンコーダ270の組成は、第7実施形態のものと同様である。

[0162] なお、本発明は、前述した実施形態に限定されるものでなく、適宜、変形、改良、等が可能である。

本実施形態では、磁気エンコーダは、磁石部がスリング等の固定部材に取り付けられて使用されているが、本発明は、磁石部が直接回転体に取り付けられるような構成にも適用可能である。

本実施形態では、磁気エンコーダが組み込まれたハブユニット軸受、転がり軸受ユニット、主軸装置について説明したが、各実施形態の磁気エンコーダは、いずれのハブユニット軸受、転がり軸受ユニット及び主軸装置にも適用可能である。また、本発明の磁気エンコーダは、各実施形態の磁気エンコーダを組み合わせて使用することも可能である。

[実施例]

[0163] 以下に、実施例を挙げて本発明をさらに説明するが、本発明はこれによって何ら制限されるものではない。

[0164] まず、本発明に基づいて製作した実施例1〜4の転がり軸受の構成を説明する。実施例1〜4に用いられた転がり軸受の磁気エンコーダは、金型中にスリングを保持した状態で磁石材料をインサート成形すると共に、軸方向に磁場をかけた状態で磁場配向することによりアキシアル異方性を持たせ、その後、N極とS極とを交互に計96極に多極磁化したものである。

[0165] (実施例1)

実施例1において、エンコーダはストロンチウムフェライトを75体積%含有するPA(ポリアミド)12系アキシアル異方性プラスチック磁石であり、最大エネルギー積で2.3 MGOeである。また、スリングはSUS430から形成し、エンコーダとスリングとの高周波融着は行っていない。また、シールリップ部のゴム材質はカーボンブラック又はクレー等含有するNBR(アクリロニトリルブタジエンゴム)とした。

[0166] (実施例2)

実施例2において、エンコーダはSmFeN(サマリウム-鉄-窒素)を75体積%含有するPPS系アキシアル異方性ボンド磁石であり、最大エネルギー積で7.2 MGOeである。また、スリングはSUS430から形成し、エンコーダとスリングとの高周波融着は行っていない。また、シールリップ部のゴム材質はカーボンブラック又は珪藻土等含有するFKM(フッ素ゴム)とした。

[0167] (実施例3)

実施例3において、エンコーダはNdFeB(ネオジウム-鉄-ボロン)を75体積%含有するPA12系アキシアル異方性ボンド磁石であり、最大エネルギー積で11.9 MG

Oeである。また、スリングはSUS430から形成し、エンコーダとスリングとの高周波融着は行っていない。また、シールリップ部のゴム材質はカーボンブラック又はクレー等を含有するNBRとした。

[0168] (実施例4)

実施例4において、エンコーダはストロンチウムフェライトを75体積%含有するPA12系アキシアル異方性プラスチック磁石であり、最大エネルギー積で2.3MGOeである。また、スリングはSUS430から形成し、エンコーダとスリングとの高周波融着を行った。尚、高周波融着は、γ-グリンドキシプロピルトリメトキシシランをシランカップリング剤とし、上記シランカップリング剤を10重量%含有するメタノール溶液にスリングを浸漬し、乾燥後にエンコーダのインサート成形を行い、その後、高周波加熱により200℃まで30秒で加熱して融着を行った。また、シールリップ部のゴム材質はカーボンブラック又はクレー等を含有するNBRとした。上記実施例1〜4の構成を表1に示す。

[0169] [表1]

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
磁石部	ストロンチウムフェライトを75体積%含有するPA12系アキシャル異方性プラスチック磁石(BHmax:2.3MGOe) 96(48×2)極	SmFeNを75体積%含有するPPS系アキシャル異方性ボンド磁石(BHmax:7.2MGOe) 96(48×2)極	Nd-Fe-Bを75体積%含有するPA12系アキシャル異方性ボンド磁石(BHmax:11.9GOe) 96(48×2)極	ストロンチウムフェライトを75体積%含有するPA12系アキシャル異方性プラスチック磁石(BHmax:2.3MGOe) 96(48×2)極
スリッパ	SUS430	SUS430	SUS430	SUS430
高周波融着	なし	なし	なし	あり
シールリップ部	カーボンブラック、クレ一等を含有するNBR	カーボンブラック、珪藻土等を含有するFKM	カーボンブラック、クレ一等を含有するNBR	カーボンブラック、クレ一等を含有するNBR

[0170] 実施例1〜4に係る転がり軸受の磁気エンコーダによれば、従来と同等のエアギャップとした場合に、磁気エンコーダの極数を増加させ、車輪の回転数の検出精度を

向上させることができる。また、磁気エンコーダを従来と同数の極数とした場合に、エアギャップを拡大することができ、センサを配置する際の自由度を向上させることができる。尚、磁性粉の含有量によっては磁束密度を26mT以上とすることも可能であり、磁気エンコーダとセンサとの間隔(エアギャップ)を従来と同様に1mmとした場合に、磁気エンコーダを120極以上の多極に着磁することが可能である。この時、単一ピッチ誤差は±2%以下とできる。

[0171] 次に、接合方法と接着剤の違いに基づく接着力差を以下の方法によって評価した。

[0172] (実施例5)

表面をサンドペーパーで荒らしたSUS430板材(幅40mm、長さ100mm、厚さ1mm)上にフェノール樹脂系接着剤(東洋化学研究所製メタロックN-15)を塗付し、室温で約30分間風乾させた後、120℃で30分間の加熱処理を行った。この接着剤を焼き付けたSUS430板材を金型にセットし、これをコアとしてプラスチック磁石材料(戸田工業製ストロンチウムフェライト含有12ナイロン系異方性プラスチック磁石コンパウンドFEROTOP TP-A27N(ストロンチウムフェライトの含有量75体積%))のインサート成形を行った。ただし、成形されるプラスチック磁石のサイズは幅20mm、長さ30mm、厚さ3mmであり、SUS430板材上に射出成形させる部分、つまりはプラスチック磁石とSUS430板の接合面積は 200mm^2 (20mm×10mm)である。その後、この接合体を130℃、2時間、加熱(二次硬化)処理し、実施例5の試験体を得た。

[0173] (実施例6)

使用されるフェノール樹脂系接着剤が、東洋化学研究所製メタロックN-23である以外は、(実施例5)と同様の方法により実施例6の試験体を得た。

[0174] (実施例7)

表面をサンドペーパーで荒らしたSUS430板材(幅40mm、長さ100mm、厚さ1mm)上にフェノール樹脂系接着剤(東洋化学研究所製メタロックN-15)を塗布し、室温で約30分間風乾させた後、120℃で30分間の加熱処理を行った。この接着剤を焼き付けたSUS430板材上に、プラスチック磁石(戸田工業製ストロンチウムフェライト含有12ナイロン系異方性プラスチック磁石コンパウンドFEROTOP TP-A27N(

ストチウムフェライトの含有量75体積%))試験片(幅20mm、長さ30mm、厚さ3mm)を接合面積が 200mm^2 となるように固定治具等で固定し、その後、これに 130°C 、2時間の加熱処理を施し、実施例7の試験体を得た。

[0175] (実施例8)

使用されるフェノール樹脂系接着剤が、東洋化学研究所製メタロックN-23である以外は、(実施例7)と同様の方法により実施例8の試験体を得た。

[0176] (実施例9)

表面をサンドペーパーで荒らしたSUS430板材(幅40mm、長さ100mm、厚さ1mm)上に一液型エポキシ樹脂系接着剤(ヘンケルジャパン製LOCTITE Hysol 9432NA)を塗布し、このSUS430板材上に、プラスチック磁石(戸田工業製ストロンチウムフェライト含有12ナイロン系異方性プラスチック磁石コンパウンドEROTOP TP-A27N(ストチウムフェライトの含有量75体積%))試験片(幅20mm、長さ30mm、厚さ3mm)を接合面積が 200mm^2 となるように固定治具等で固定し、その後、これに 120°C 、1時間の加熱処理を施し、接着材を完全に硬化させ、実施例9の試験体を得た。

[0177] (実施例10)

使用される接着剤が、二液型エポキシ樹脂系接着剤(ヘンケルジャパン製LOCTITE E-20HP)であり、加熱処理が不要である以外は、(実施例9)と同様の方法により実施例10の試験体を得た。

[0178] 以上、実施例5～10の6種類の接着試験片について、各2個ずつ、引張速度 $5\text{mm}/\text{min}$ で引張試験を行い、各接着剤のせん断接着強度(平均値)を評価した。実験結果を以下の表2に示す。

[0179] [表2]

	実施例 5	実施例 6	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10
プラスチック磁石の組成	ナイロン 12 + ストロンチウムフェライト 磁性体粉 (戸田工業製 FEROTOP TP-A27N)	ナイロン 12 + ストロンチウムフェライト 磁性体粉 (戸田工業製 FEROTOP TP-A27N)	ナイロン 12 + ストロンチウムフェライト 磁性体粉 (戸田工業製 FEROTOP TP-A27N)	ナイロン 12 + ストロンチウムフェライト 磁性体粉 (戸田工業製 FEROTOP TP-A27N)	ナイロン 12 + ストロンチウムフェライト 磁性体粉 (戸田工業製 FEROTOP TP-A27N)	ナイロン 12 + ストロンチウムフェライト 磁性体粉 (戸田工業製 FEROTOP TP-A27N)
接着剤の系統	フェノール樹脂系接着剤 (東洋化学研究所製マロック N-15)	フェノール樹脂系接着剤 (東洋化学研究所製マロック N-23)	フェノール樹脂系接着剤 (東洋化学研究所製マロック N-15)	フェノール樹脂系接着剤 (東洋化学研究所製マロック N-23)	一液型エポキシ樹脂系接着剤 (ベンケルジャパン製 LOCTITE HySol 9432NA)	二液型エポキシ樹脂系接着剤 (ベンケルジャパン製 LOCTITE E-20HP)
接合方法	射出成形による接合+接着	射出成形による接合+接着	接着	接着	接着	接着
接着せん断強度	12.6MPa 以上 (接着部で剥れ発生せず、先に磁石材料が破断)	13.1MPa 以上 (接着部で剥れ発生せず、先に磁石材料が破断)	0.3MPa	0.3MPa	4.6MPa	3.2MPa

[0180] 表2より、プラスチック磁石試験片とSUS材板の接合面が、成形接着されている実施例5及び実施例6は、フェノール樹脂系接着剤の二次硬化のみの作用で接着力を確保しようとした実施例7及び実施例8、あるいは、一液型エポキシ及び二液型エポキシ接着剤を用いて単純に接着した実施例9及び実施例10に比べて、より高い接着強さが確保されていることがわかった。

[0181] 次に、本発明に係るスリングをコアとしたインサート成形によって製造される磁気エンコーダにおいて、表面処理の違いによる接着状態について試験を行った。

[0182] (実施例11)

SUS430の表面に形成したシュウ酸鉄皮膜を化学エッチングすることで、凹凸を形成した。凹凸の算術平均高さRaは $0.9\mu\text{m}$ 、最大高さRzは $4.5\mu\text{m}$ となった。そして、レゾール型フェノール樹脂を主成分とする固形分30%のフェノール樹脂系接着剤(東洋化学研究所製メタロックN-15)を、更にメチルエチルケトンで3倍希釈し、浸漬処理でスリング表面に塗布した。その後、室温で30分乾燥してから、 120°C で30分乾燥器中に放置することで半硬化状態とした。この接着剤を焼き付けたSUS430板材を金型にセットし、これをコアとしてプラスチック磁石材料(戸田工業製ストロンチウムフェライト含有12ナイロン系異方性プラスチック磁石コンパウンド「FEROTOP TP-A27N」(ストロンチウムフェライトの含有量91重量%))のインサート成形を内周部分からディスクゲートで行った。成形後、直ちにゲートカットを行い、更に、 130°C で1時間、二次加熱で、接着剤を完全に硬化させたものを実施例11の試験体とした。

[0183] (実施例12)

SUS430の表面をショットブラストで凹凸を形成し、凹凸の算術平均高さRaを $0.8\mu\text{m}$ 、最大高さRzを $5.0\mu\text{m}$ とした以外は、(実施例11)と同様の方法により実施例12の試験体を得た。

[0184] 硬化後のエンコーダ外周部の引っ掛かり部分をペンチで引っ張った結果を、以下の表3に示す。

[0185] [表3]

	実 施 例 1 1	実 施 例 1 2
凸凹処理	シュウ酸鉄による化学エッチング	ショットブラスト
接着状態	ペンチで引っ張ること、引っ掛けり部は剥がれて折れ、それ以上は磁石部を剥離するのは不可。	表面未処理に比べ、充分な接着力を保持する。

[0186] 表3から明らかなように、凹凸処理によって表面粗さがほとんど変わらないにも係らず、化学エッチング処理による凹凸は凹部の内部が広がった形状になっている(図4(a)及び図4(b))ことで、くさび効果で、金属側に強固に接着剤が付着するようになったことが判る。

[0187] 次に、以下の表4に示されるように、磁石部の磁石材料の配合を変えた実施例13～15を用いて、熱衝撃試験を行った。

[0188] [表4]

	実施例 1 3	実施例 1 4	実施例 1 5
Sr フェライト(wt%)	91	89.5	91
PA12 (wt%)	6.5	7.6	8.7
変性 PA12 (wt%)	2.0	2.4	0
可塑剤	0.2	0.2	0
シランカップリング剤	0.3	0.3	0.3
曲げたわみ量 (ASTM D790 ; t=3.2, 室温)	2.8	6.2	1.6
BHmax [kJ/m ³] (MGOe)	16.6 (2.0)	14.3 (1.8)	16.6 (2.0)
熱衝撃試験結果 (120°C30min⇄-40°C30min)	1000 サイクルで亀 裂発生無し	1000 サイクルで亀 裂発生無し	50～100 サイクルで 亀裂発生

Sr フェライト：磁場配向用異方性 Sr フェライト、FERO TOP FM-201 (戸田工業製)

PA12：銅系熱安定剤含有 PA12 (数平均分子量 14000)、UBE ナイロン P3014U

(宇部興産製)

変性 PA12：変性 PA12 (曲げ弾性率 147MPa、融点 154°C)、

UBESTA XPA 9055X1 (宇部興産製)

可塑剤：p-ヒドロキシ安息香酸エチルヘキシル (パナソニック、安息香酸エチルヘキシル)、

POBO (エーピーコーポレーション製)

シランカップリング剤：γ-アミノプロピルトリエトキシシラン、A-1100 (日本ユニカー製)

[0189] なお、実施例13～15のスリングの表面処理としては、上記の実施例11と同様、日本パーカライジング製のケミブラスト処理が行なわれた。具体的には、厚さ0.6mmのSUS430からなる板材の表面に形成したシュウ酸鉄皮膜を化学エッチングすること

で、凹凸を形成した。凹凸の算術平均高さRaは0.2〜0.3 μm 、最大高さRzは1.8〜3.1 μm となった。

[0190] そして、レゾール型フェノール樹脂を主成分とする固形分30%のフェノール樹脂系接着剤(東洋化学研究所製メタロックN-15)を、更にメチルエチルケトンで3倍希釈し、浸漬処理でスリング表面に塗布した。その後、室温で30分乾燥してから、120°Cで30分乾燥器中に放置することで半硬化状態とした。この接着剤を焼き付けたSUS 430板材を金型にセットし、これをコアとして上記磁石材料のインサート成形を内周部分からディスクゲートで行った。成形後、直ちにゲートカットを行い、更に、150°Cで1時間、二次加熱し、接着剤を完全に硬化させた。

[0191] その後、成形でスリングと一体化して得られたエンコーダ部(内径66mm、外径76mm、磁石部厚さ0.9mm)を単体で、120°Cで30分と−40°Cで30分を繰り返す熱衝撃試験を行なった。実施例13〜15のサンプルを各10個入れ、50サイクルごとに磁石部に発生する亀裂を観察した。

[0192] 表4から明らかなように、変性PA12樹脂をバインダーとして含有させることで、材料自体の曲げたわみ量が大きくなり、耐亀裂性が向上することが分かった。

[0193] 次に、実施例14の組成の磁石材料について、磁場射出成形機を用いて、磁場発生有無による磁気特性を測定した。なお、磁気エンコーダの形状は、図2に示すものとし、上記のものと同じサイズとした。また、着磁時のコイル電流は、充分飽和(配合に充分)な値とし、冷却時に反転脱磁を行ない、更にオイルコンデンサ式脱磁機で磁束密度1mT以下まで脱磁した。その後、96極(NS交互)の着磁ヨークと重ね合わせて、1000V、1000 μF で着磁を行ない、回転させながら、エアギャップ1mmで磁束密度、ピッチ誤差を測定した。この結果を表5に示す。

[0194] [表5]

磁場発生	有り	無し
磁束密度 (N極平均、mT)	37	27
単一ピッチ誤差 (% ; 最大)	0.40	0.32

- [0195] 表5の結果より、磁場成形を行なう事で、磁気特性が向上することが確認された。
- [0196] 次に、磁気エンコーダを異なる射出成形方式で製作した際の磁気特性の変化について試験を行った。実施例16～19のエンコーダは、円環状に射出成形した後、円

周方向に着磁されたものである。尚、実施例16～19の磁気エンコーダに用いた磁石部の磁石材料を下記に示す。

試験用磁石材料:

戸田工業製ストロンチウムフェライト含有12ナイロン系異方性プラスチック磁石コンパウンド「FEROTOP TP-A27N」(ストロンチウムフェライトの含有量:75体積%)

[0197] (実施例16)

実施例16におけるエンコーダは、ディスクゲート方式の射出成形機により成形されたものであって、成形時に磁場配向はされていない。

[0198] (実施例17)

実施例17におけるエンコーダは、ディスクゲート方式の射出成形機により成形されたものであって、成形時に併せて磁場配向がされている。

[0199] (実施例18)

実施例18におけるエンコーダは、4点ピンゲート方式の射出成形機により成形されたものであって、成形時に磁場配向はされていない。

[0200] (実施例19)

実施例19におけるエンコーダは、4点ピンゲート方式の射出成形機により成形されたものであって、成形時に併せて磁場配向がされている。

[0201] BHトレーサーを用いて実施例16～19の磁気エンコーダの磁気特性(最大エネルギー積 BHmax)を測定した結果を表6に示す。尚、実施例18及び19の測定値についてはウェルド部における磁気特性を測定したものである。

[0202] [表6]

	実施例 1 6	実施例 1 7	実施例 1 8	実施例 1 9
ゲート方式	ディスクゲート	ディスクゲート	4点ピンゲート	4点ピンゲート
磁場配向	無し	有り	無し	有り
BH _{max} (MGOe)	1.8	2.1	0.8	1.6

[0203] 表6によれば、ディスクゲート方式により射出成形されたエンコーダは、磁場配向の有無にかかわらず、4点ピンゲート方式により射出成形されたものよりも優れた磁気特性を有することが判る。即ち、ディスクゲート方式によれば、各磁性粉の磁化容易方

向を整列させて高い配向度を得ることができ、よって優れた磁気特性を得ることができる。一方、4点ピンゲート方式については、前記ウェルド部において、熔融した磁石材料中の磁性粉が互いに衝突し磁化容易方向がランダムとなる(等方性となる)ため、磁気特性が格段に低下する。また、4点ピンゲート方式による射出成形に磁場配向を併せて行った場合にも、前記ウェルドにおける磁性粉の配向を完全に行うことは困難であり、磁場配向せずにディスクゲート方式による射出成形のみで成形したエンコーダの磁気特性に及ばないことが判る。尚、SmFeN(サマリウム-鉄-窒素)等の希土類系の磁性粉を含有するプラスチック磁石材料を用いた場合にも、同様の結果となる。

[0204] 次に、磁石部の接着面に溝を形成した際の効果を確認するため、以下の試験を行った。実施例20及び21の磁石部は、磁性粉としてストロンチウムフェライトと、バインダーとしてポリアミド12とを含有し、前記磁性粉の含有量が70体積%である磁石材料をヘンシェルミキサで攪拌し、2軸押出し機で混練りして作成した原料ペレットから、内径60mm、外径70mm、厚さ0.9mmのエンコーダを射出成形した。成形条件は、樹脂の加熱温度270℃、射出時間1.5秒である。

[0205] (実施例20)

実施例20におけるエンコーダは、その軸方向の片側端面(即ち、接着面)の外径側および内径側の周縁部に、それぞれ全周に亘って、断面略台形の円環状の溝を形成した。

また、前記接着面の表面粗さは、射出成形に使用する金型にシボ加工を施すことにより、 $0.8\mu\text{mRa}$ とされている。

[0206] (実施例21)

実施例21におけるエンコーダは、実施例20のエンコーダと同一寸法に形成されたものであり、前記接着面に溝は形成されていない。また、前記接着面の表面粗さは、通常の金型面仕上げにより達成される $0.4\mu\text{mRa}$ である。

[0207] 実施例20のエンコーダにおいて、前記接着面の径方向中央部の円周上(即ち、2本の溝の中間部)に接着剤を均一に塗布し、所定の圧力をかけて取り付け部材に接着した。また実施例21のエンコーダにおいても、実施例20と同一箇所に同量の接着

剤を均一に塗布し、所定の圧力をかけて取り付け部材に接着した。実施例21のエンコーダにおいては、内径側および外径側のいずれにおいても前記接着面から外部に余剰な接着剤が溢れ出した。一方、実施例20のエンコーダにおいては、前記接着面から外部に溢れ出す接着剤は認められず、また、前記溝を越えた接着面（即ち、外径側の周縁部においては、前記溝に半径方向外側に隣接して設けられた平面部であり、内径側の周縁部においては、前記溝に半径方向内側に隣接して設けられた平面部）にも毛細管現象により接着剤が浸透していた。

[0208]（実施例22～25）

次に、実施例22～25の磁気エンコーダについて、エンコーダの接着面の表面粗さによるエンコーダと接着剤との接着強度を評価した。実施例20及び21の原料ペレットから、幅24mm、長さ100mm、厚さ3mmの試験片を射出成形した。幅方向および長さ方向により規定される平面（即ち、接着面）の表面粗さを、射出成形に使用する金型にシボ加工を施すことにより、試験片毎に変化させた。アクリル系接着剤（ヘンケル社製ロックタイト648）を前記接着面に均一に塗布し、取り付け部材であるSUS430の平板に所定の圧力をかけて接着した。その後、前記接着面に垂直な引張荷重をかけ、引張速度5mm/minで引張強度を測定した。その結果を表7に示す。尚、実施例22は通常の金型面仕上げ品であり、その表面粗さは $0.4\mu\text{mRa}$ である。また、各試験片の引張強度は、実施例22の引張強度を100とした場合の相対的な数値である。表7に示す結果をグラフにしたものを図43に示す。

[0209] [表7]

	実施例 2 2	実施例 2 3	実施例 2 4	実施例 2 5
表面粗さ[μ m R a]	0.4	0.8	2.4	3.6
引張強度	100	126	135	138

[0210] 表7および図46によれば、試験片の表面粗さの増大に伴って引張強度が向上しているが、試験片の接着面の表面粗さが0.8 μ mRa未満となると急激に引張強度が

低下していることが判る。従って、エンコーダの接着面の表面粗さは $0.8\mu\text{mRa}$ 以上が好ましい。

[0211] (実施例26～29)

次に、実施例26～29の磁気エンコーダの保持強度について、試験を行った。実施例26～29の磁気エンコーダの構成を表8に示す。実施例26～29の磁気エンコーダの磁石部は、厚さ方向に磁場をかけた状態で円筒状に射出成形されたもので、アキシヤル異方性とされており、円周方向にN極とS極とを交互に計96極に着磁されている。そして、第7実施形態に示した固定部材の構成により、磁石部と固定部材とが一体とされている。

[0212] [表8]

	実施例 26	実施例 27	実施例 28	実施例 29
磁石部	ストロンチウムフェライトを75体積%含有するPA12系アキシャル異方性プラスチック磁石(BHmax:2.3MGOe) 96(48×2)極	SmFeNを75体積%含有するPPS系アキシャル異方性ボンド磁石(BHmax:7.2MGOe) 96(48×2)極	Nd-Fe-Bを75体積%含有するPA12系アキシャル異方性ボンド磁石(BHmax:11.9GOe) 96(48×2)極	ストロンチウムフェライトを75体積%含有するPA12系アキシャル異方性プラスチック磁石(BHmax:2.3MGOe) 96(48×2)極
スリंगा	SUS430	SUS430	SUS430	SUS430
高周波融着	なし	なし	なし	あり
シールリップ部ゴム材質	カーボンブラック、クレ一等を含有するNBR	カーボンブラック、珪藻土等を含有するFKM	カーボンブラック、クレ一等を含有するNBR	カーボンブラック、クレ一等を含有するNBR
保持強度	○	○	○	○

[0213] (実施例30, 31)

また、実施例30および実施例31のエンコーダの構成を表9に示す。実施例30およ

び実施例31のエンコーダの永久磁石は、半径方向に磁場をかけた状態で円筒状に射出成形されたもので、ラジアル異方性とされており、円周方向にN極とS極とを交互に計96極に着磁されている。そして、第7実施形態に示した固定部材の構成により、磁石部と固定部材とが一体とされている。

[0214] [表9]

	実施例 30	実施例 31
磁石部	ストロンチウムフェライトを75体積%含有する PA12系ラジアル異方性プラスチック磁石 (B Hmax : 2. 3MGOe) 96 (48×2) 極	SmFeNを75体積%含有するPPS系ラジアル異方性ボンド磁石 (BHmax : 7. 2MGOe) 96 (48×2) 極
スリंगा	SUS430	SUS430
保持強度	○	○

[0215] 実施例26から実施例31のいずれにおいても、回転試験において永久磁石が固定部材から脱落することはなかった。尚、磁性粉の含有量によっては、従来では20mT

程度であった磁束密度を26mT以上に向上させることが可能である。よって、永久磁石とセンサとのエアギャップを従来と同様に1mmとした場合に、従来では96極に多極磁化されていた永久磁石を、一極当たりの磁束を維持して120極以上に多極磁化することが可能である。この時、単一ピッチ誤差は±2%以下とできる。即ち、本発明に係るエンコーダによれば、従来と同等のエアギャップとした場合に、永久磁石の極数を増加させて車輪の回転速度の検出精度を向上させることができる。また、永久磁石を従来と同数の極数とした場合に、エアギャップを大きくとることができ、センサを配置する際の自由度を向上させることができる。

[0216] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

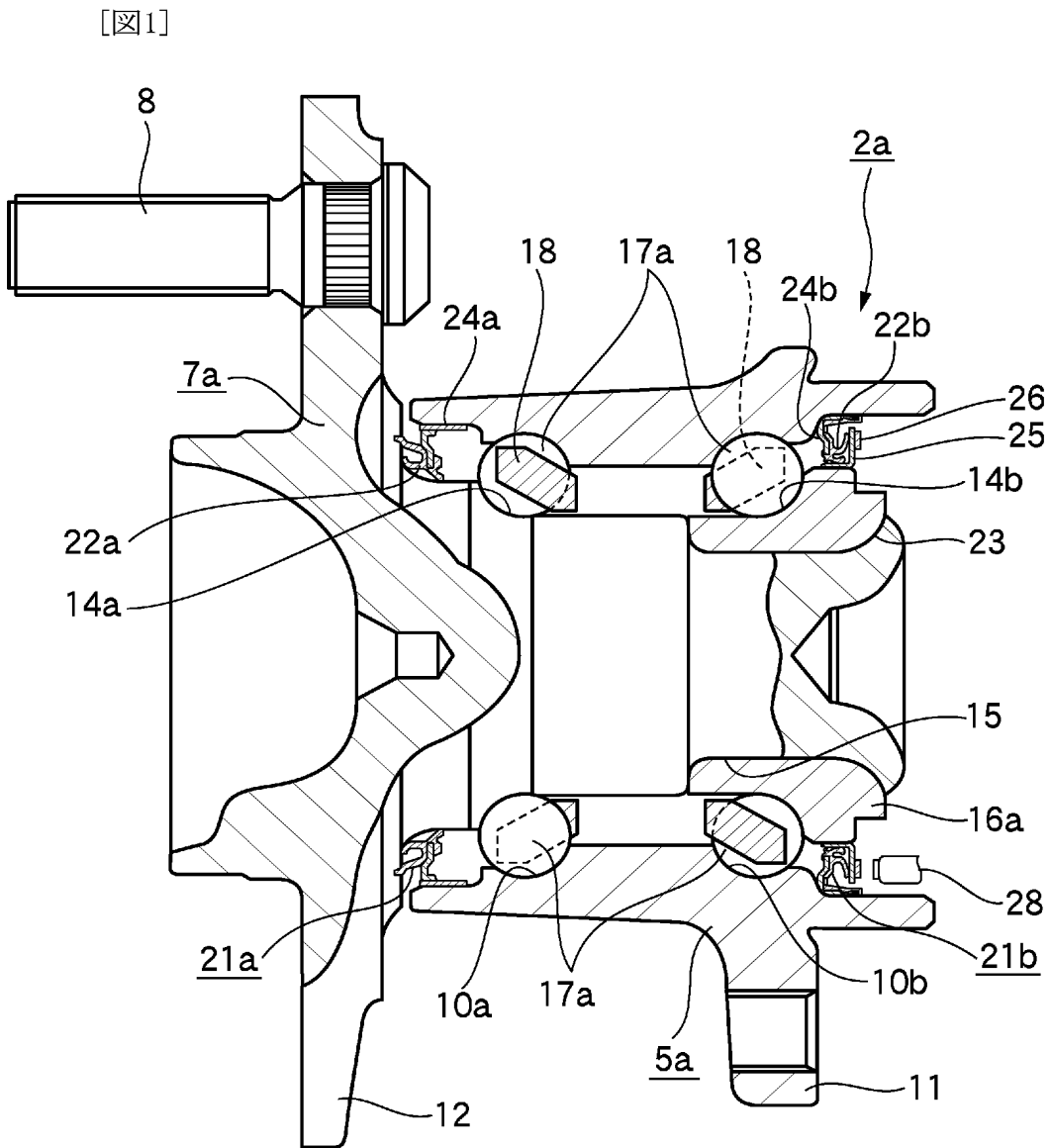
本出願は、2004年1月22日出願の日本特許出願(特願2004-014033)、
2004年1月30日出願の日本特許出願(特願2004-024111)、
2004年5月19日出願の日本特許出願(特願2004-148741)、
2004年10月1日出願の日本特許出願(特願2004-289967)、
に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

産業上の利用可能性

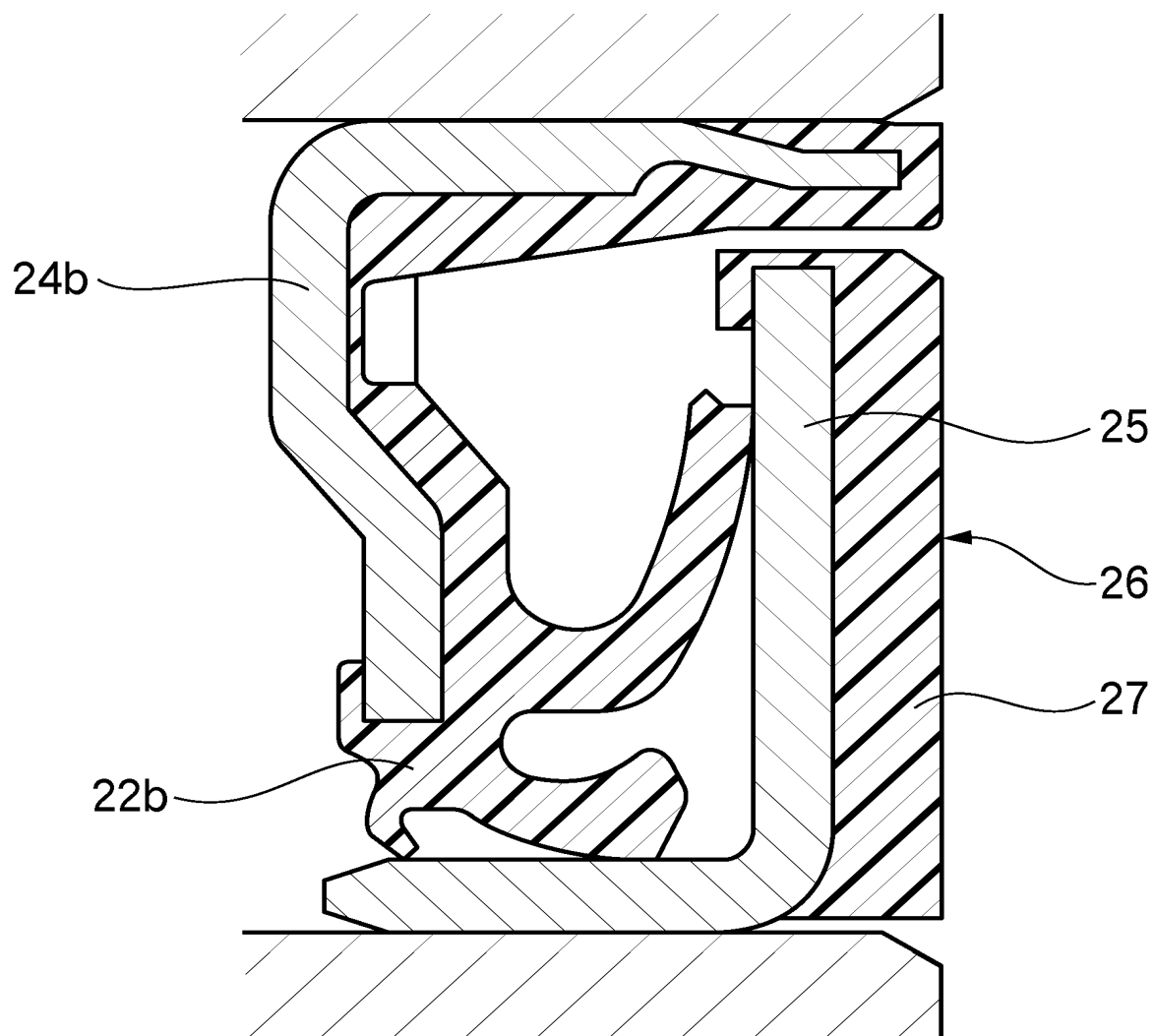
[0217] 本発明は、磁気特性が高く、高精度な回転数検出を可能にした信頼性の高い磁気エンコーダを提供し、転がり軸受ユニット、主軸装置、ハブユニット軸受等において、回転体の回転数を検出するものとして利用される。

請求の範囲

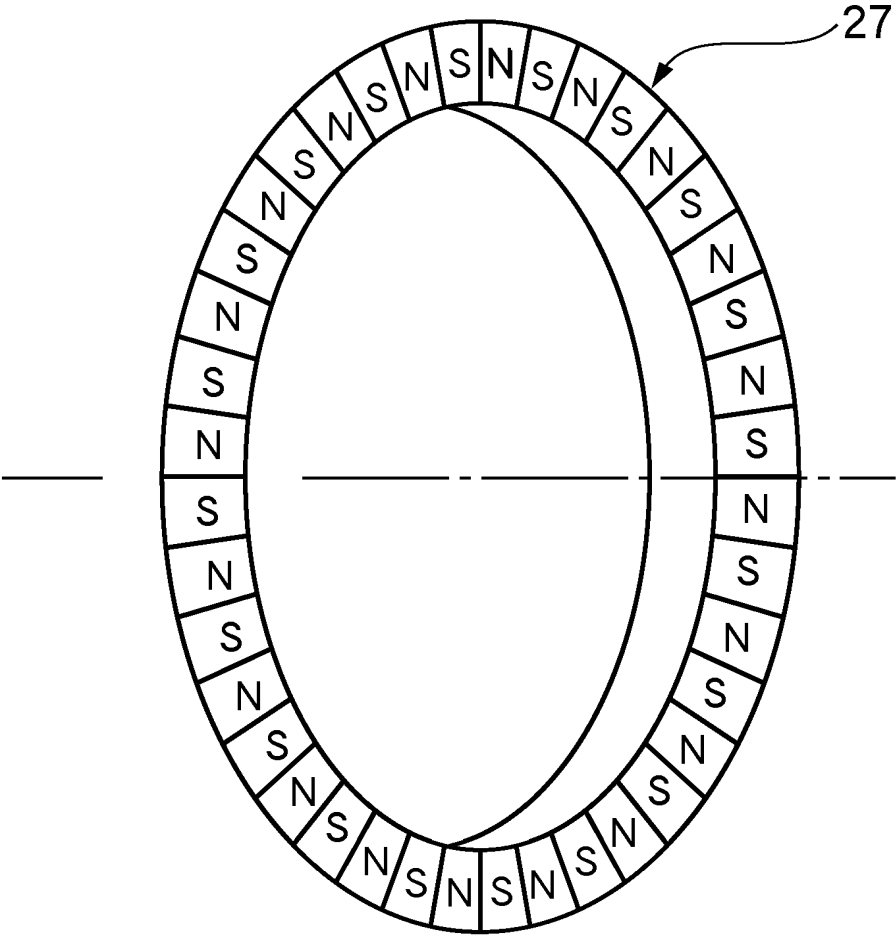
- [1] 円周方向に多極着磁された略円環状の磁石部を備える磁気エンコーダであって、前記磁石部は、磁性体と樹脂とを含有することを特徴とする磁気エンコーダ。
- [2] 前記樹脂は、熱可塑性樹脂であることを特徴とする請求項1に記載の磁気エンコーダ。
- [3] 前記熱可塑性樹脂は少なくとも、分子中にソフトセグメントを有する熱可塑性樹脂を含有することを特徴とする請求項2に記載の磁気エンコーダ。
- [4] 前記磁石部が取り付けられる、磁性材料からなる固定部材をさらに備え、
前記磁石部と前記固定部材とは、フェノール樹脂系とエポキシ樹脂系の少なくとも一方を含む接着剤によって接合されることを特徴とする請求項1に記載の磁気エンコーダ。
- [5] 前記磁石部は、射出成形により形成されることを特徴とする請求項2〜4のいずれかに記載の磁気エンコーダ。
- [6] 前記射出成形は、ディスクゲート方式であることを特徴とする請求項5に記載の磁気エンコーダ。
- [7] 固定輪と、回転輪と、前記固定輪と前記回転輪との間で周方向に転動自在に配設された複数の転動体と、前記固定部材が前記回転輪に固定される請求項1〜6のいずれかに記載の磁気エンコーダとを備えたことを特徴とする軸受。
- [8] 前記軸受は車輪用軸受であることを特徴とする請求項7に記載の軸受。



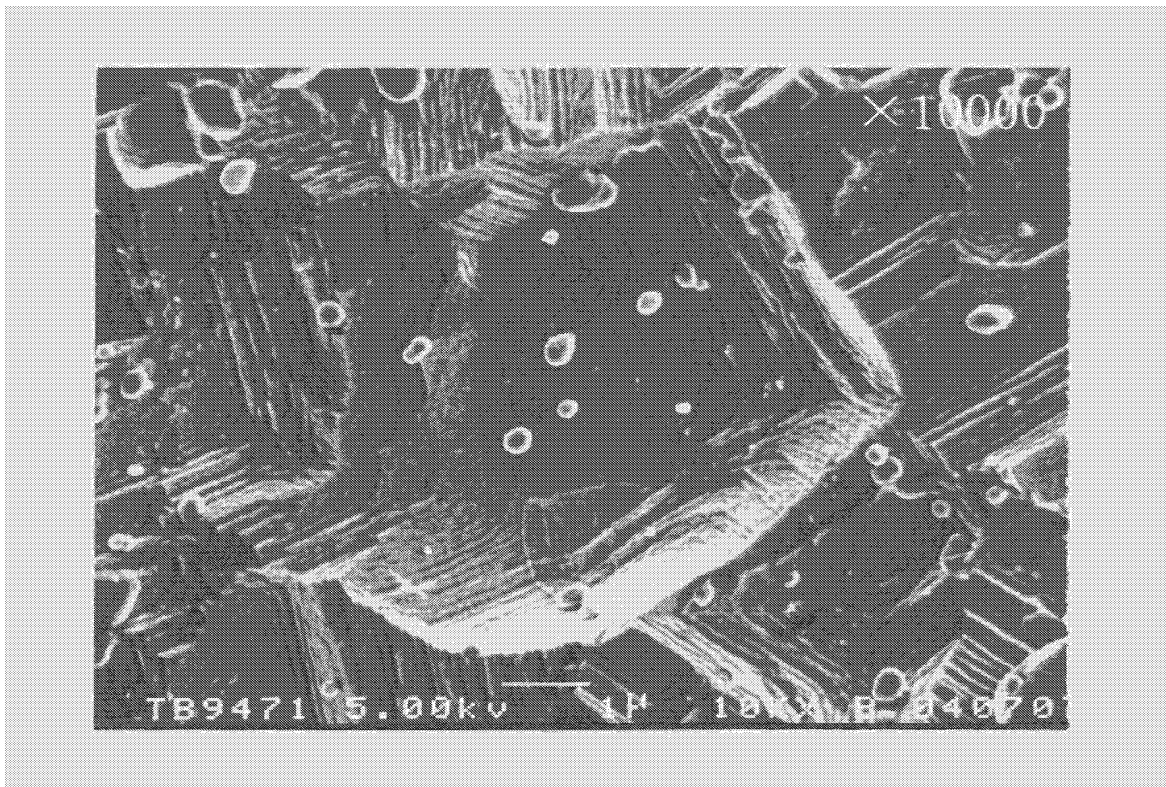
[図2]



[図3]



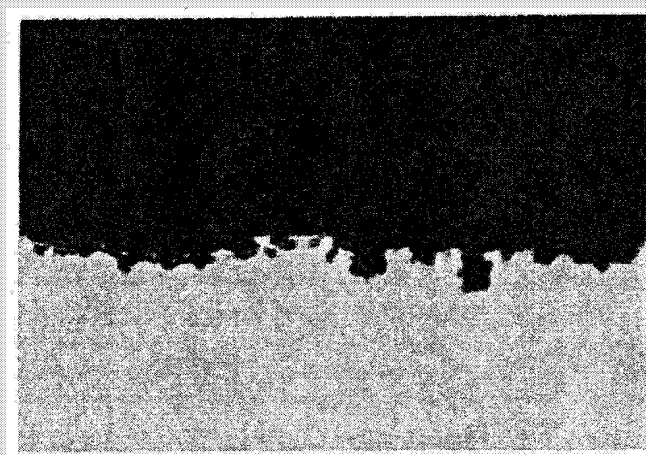
[図4(a)]



[図4(b)]

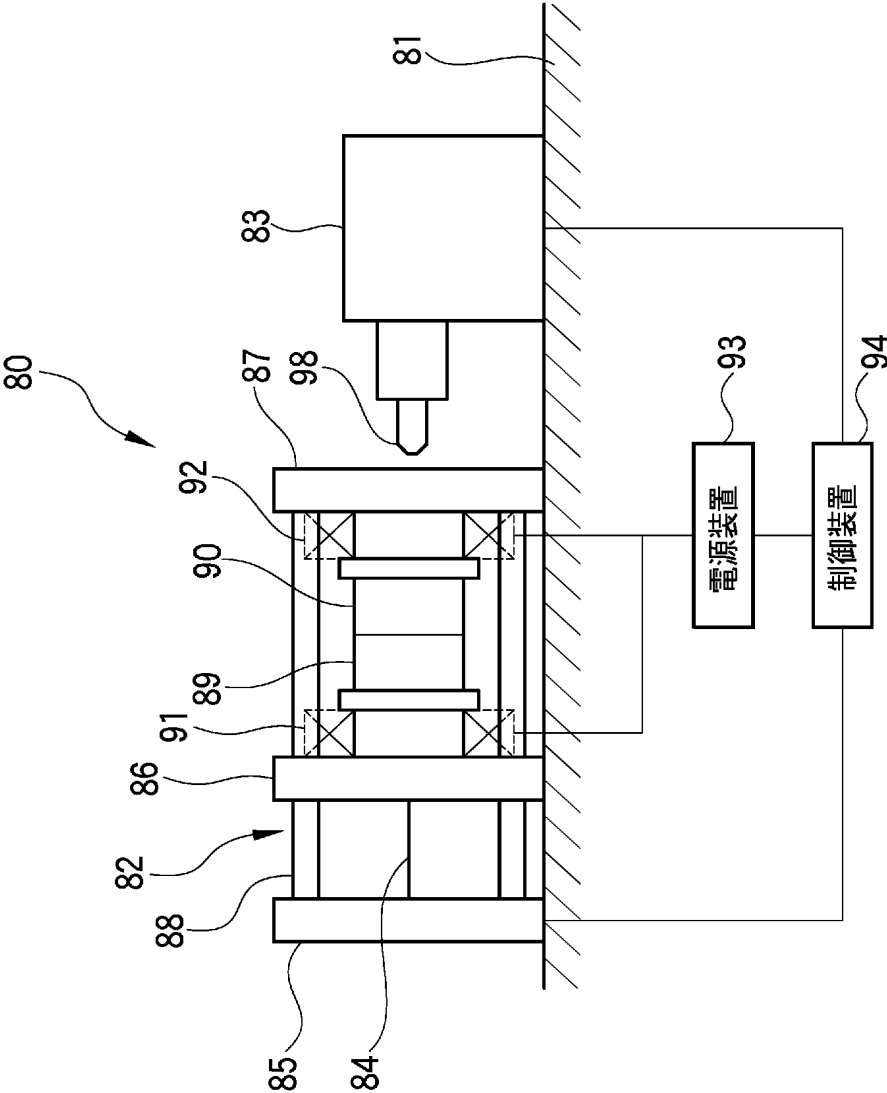


[図4(c)]

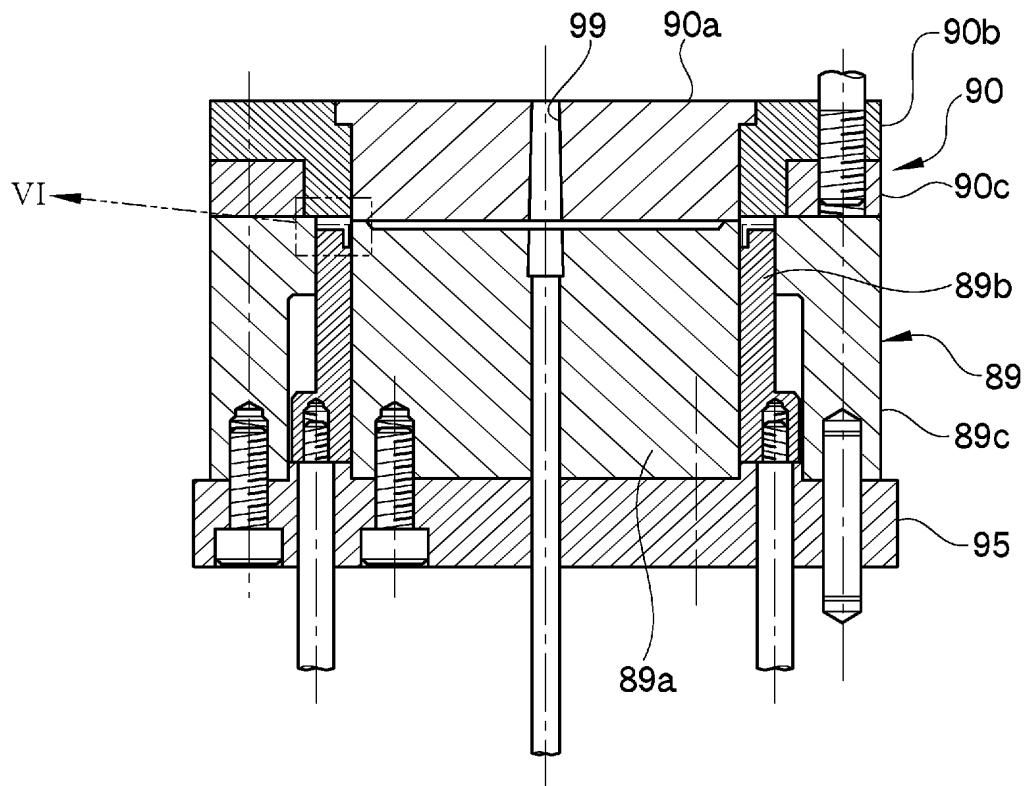


← 金属側

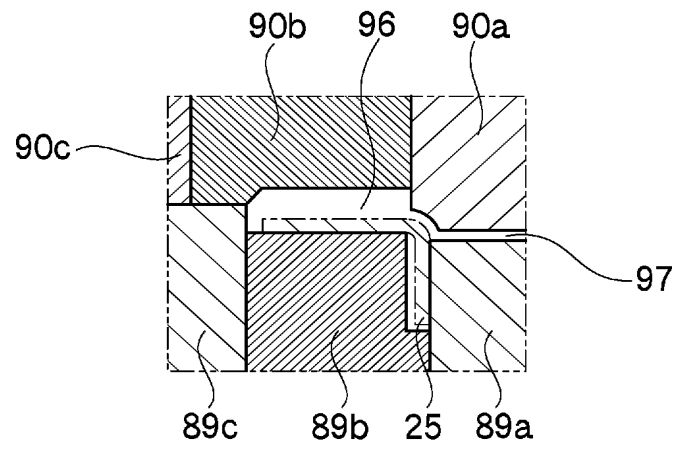
[図5]



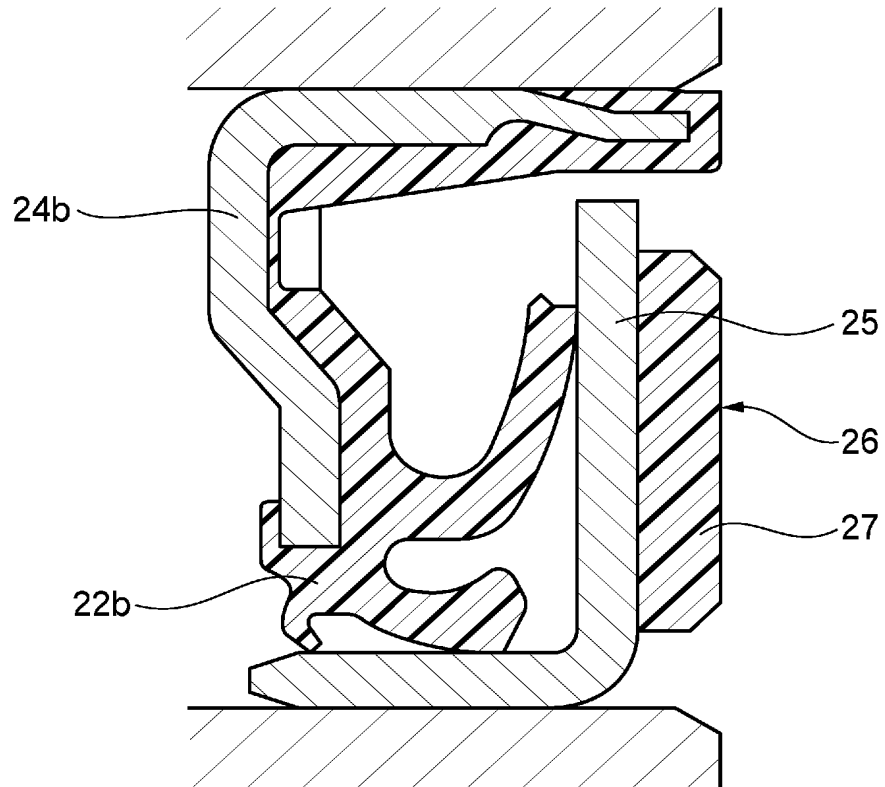
[図6(a)]



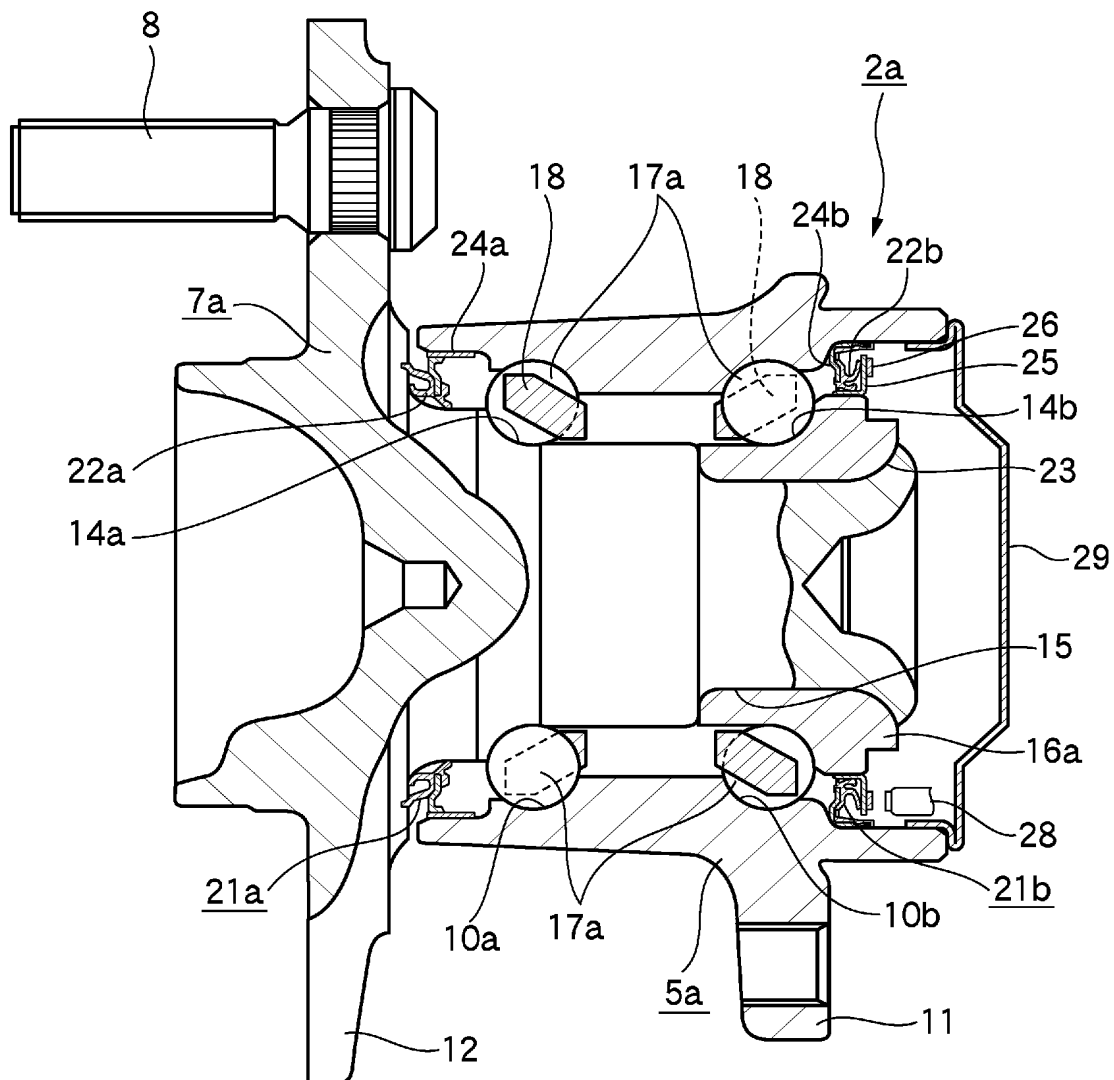
[図6(b)]



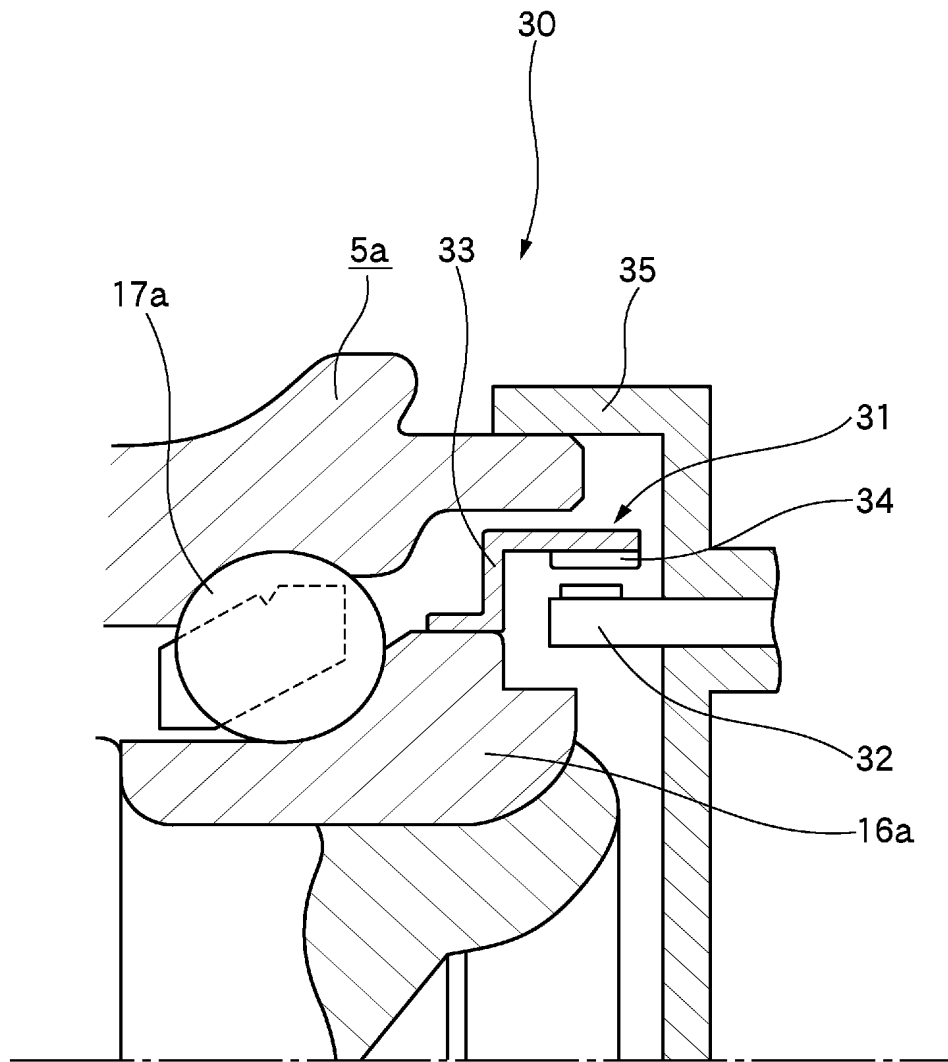
[図7]



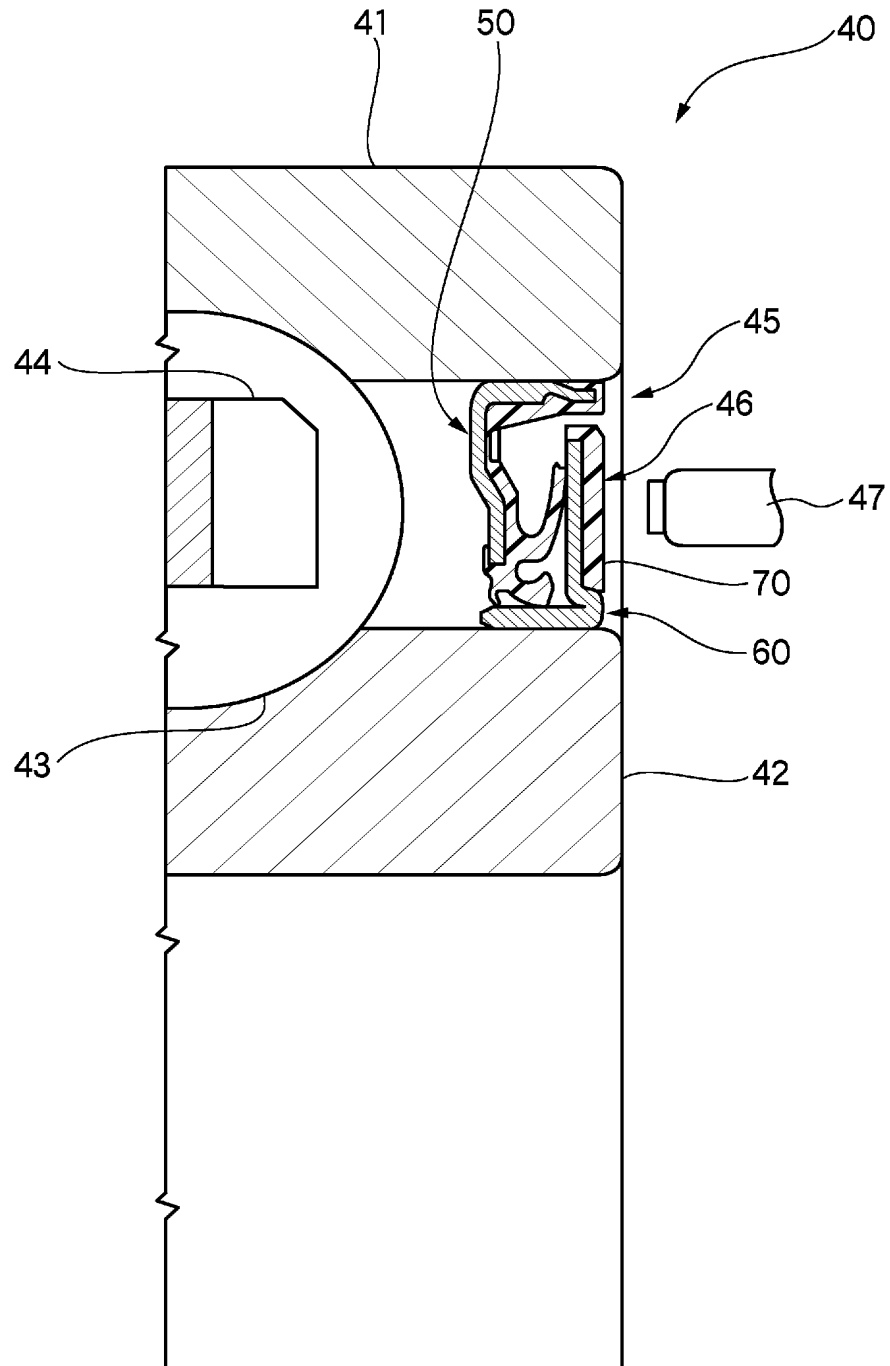
[図8]



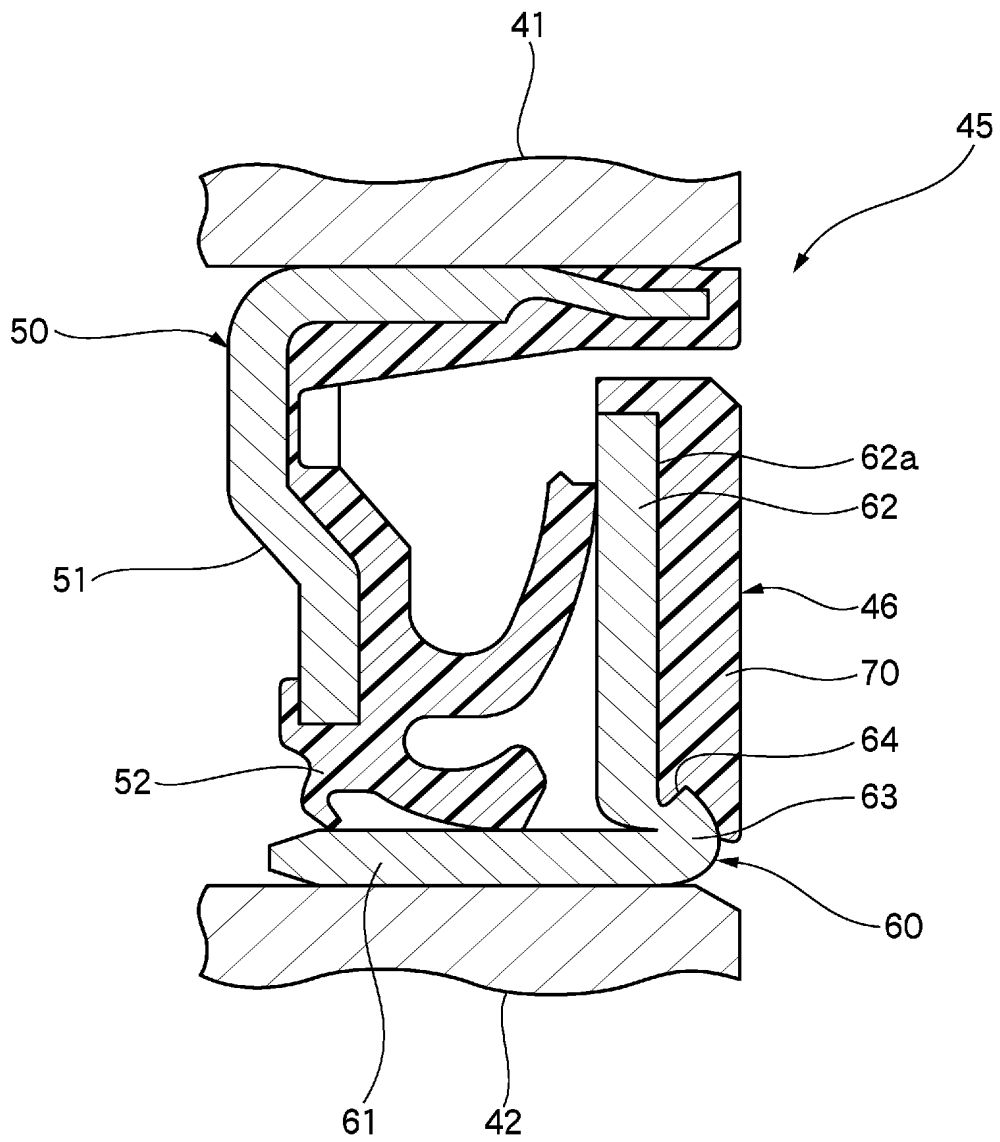
[図9]



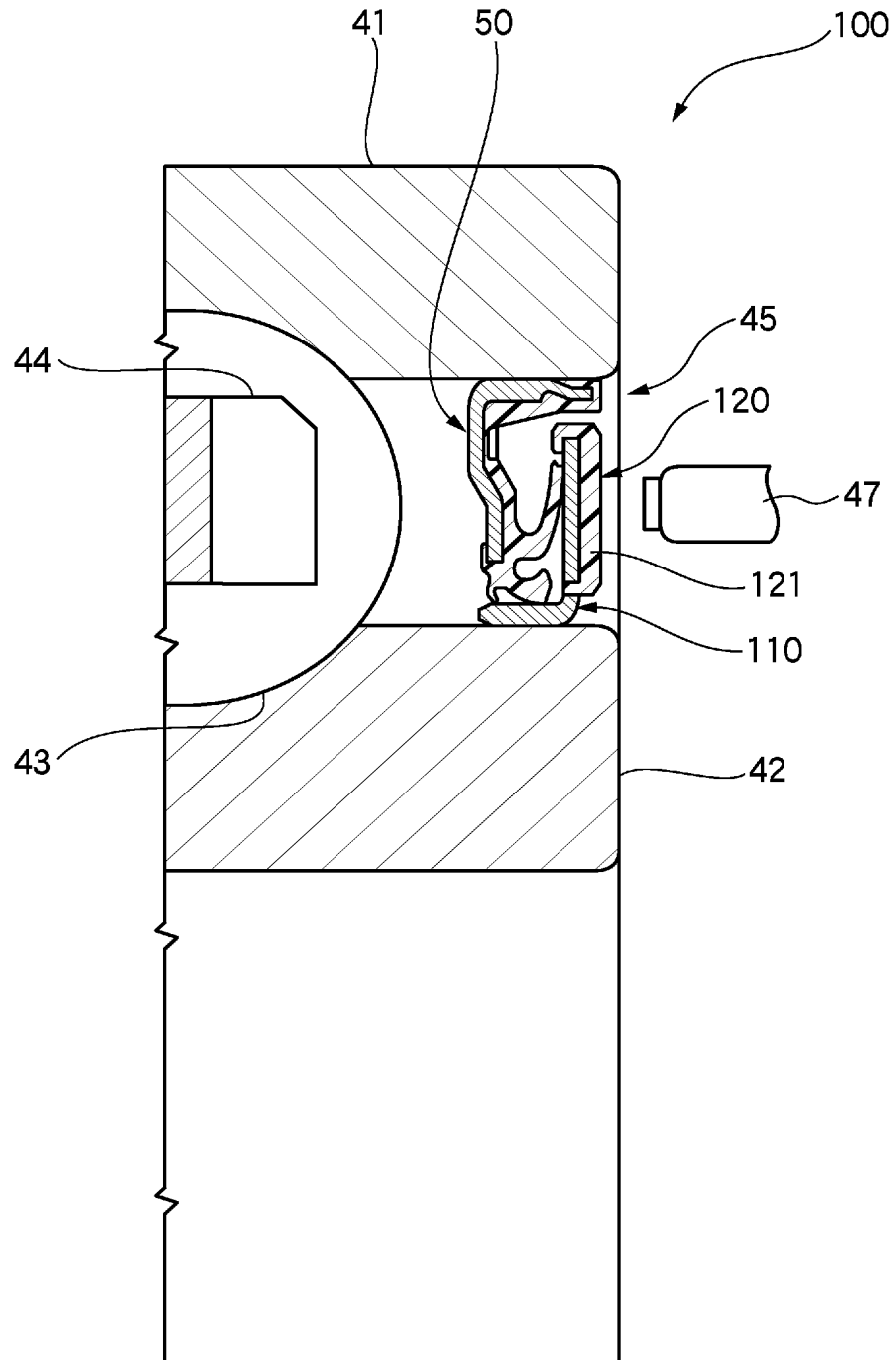
[図10]



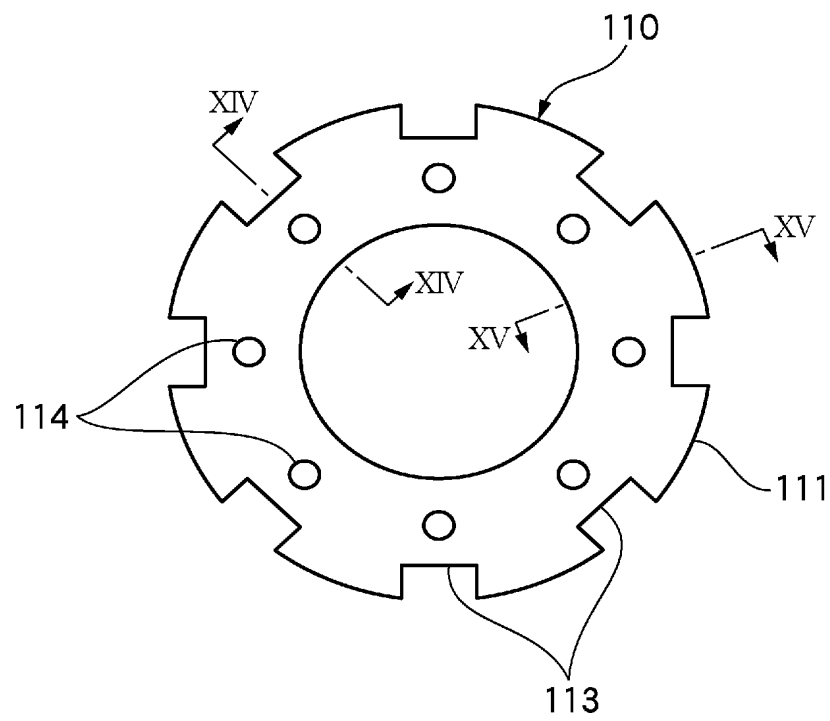
[図11]



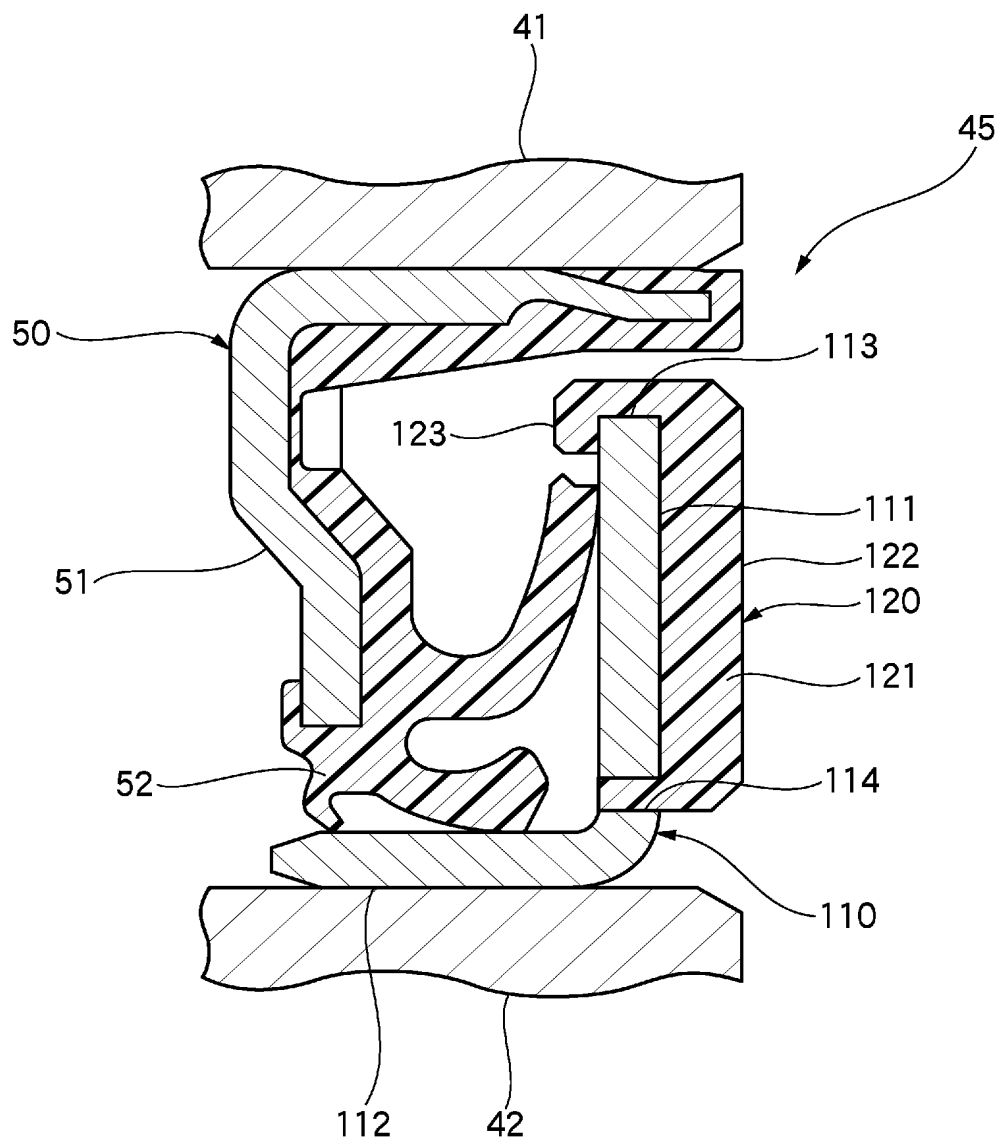
[図12]



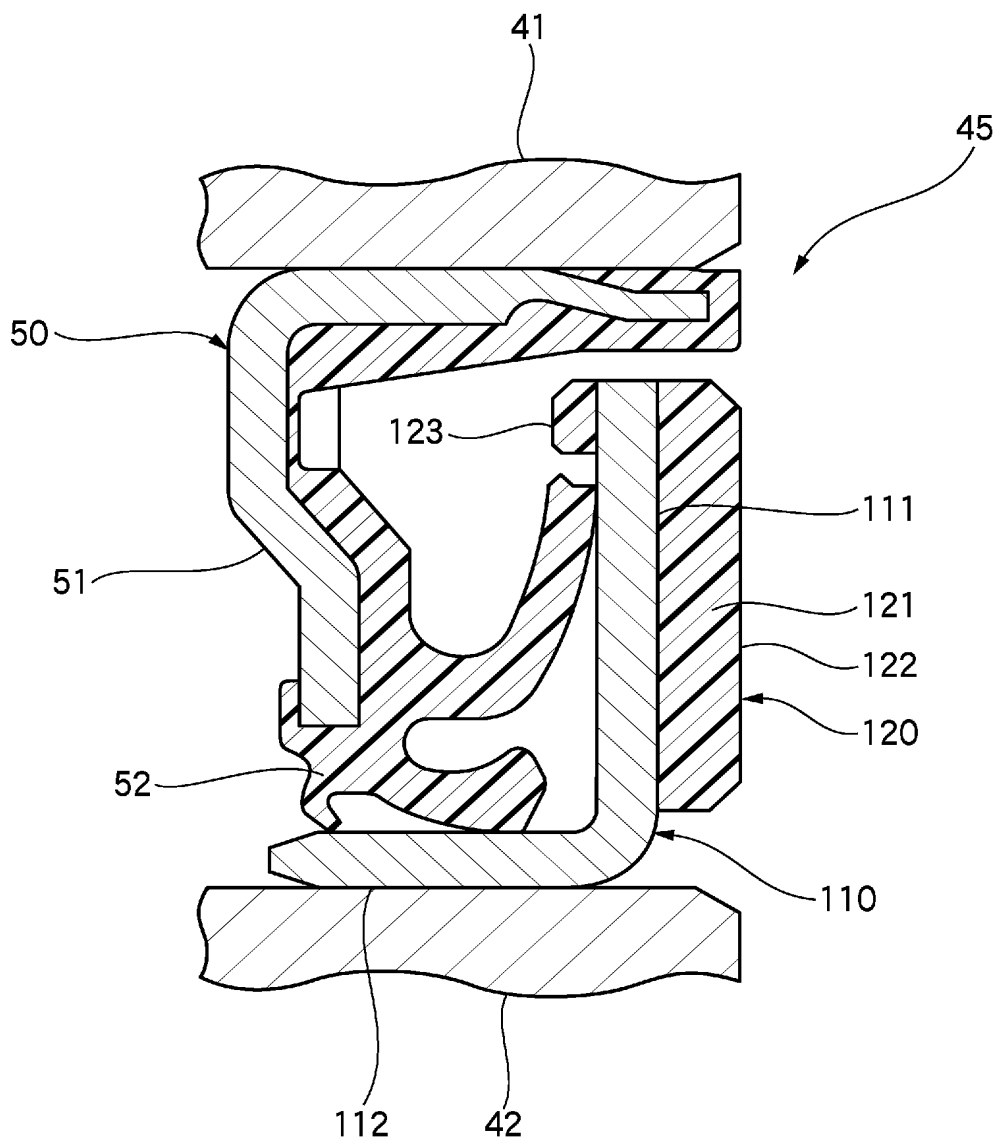
[図13]



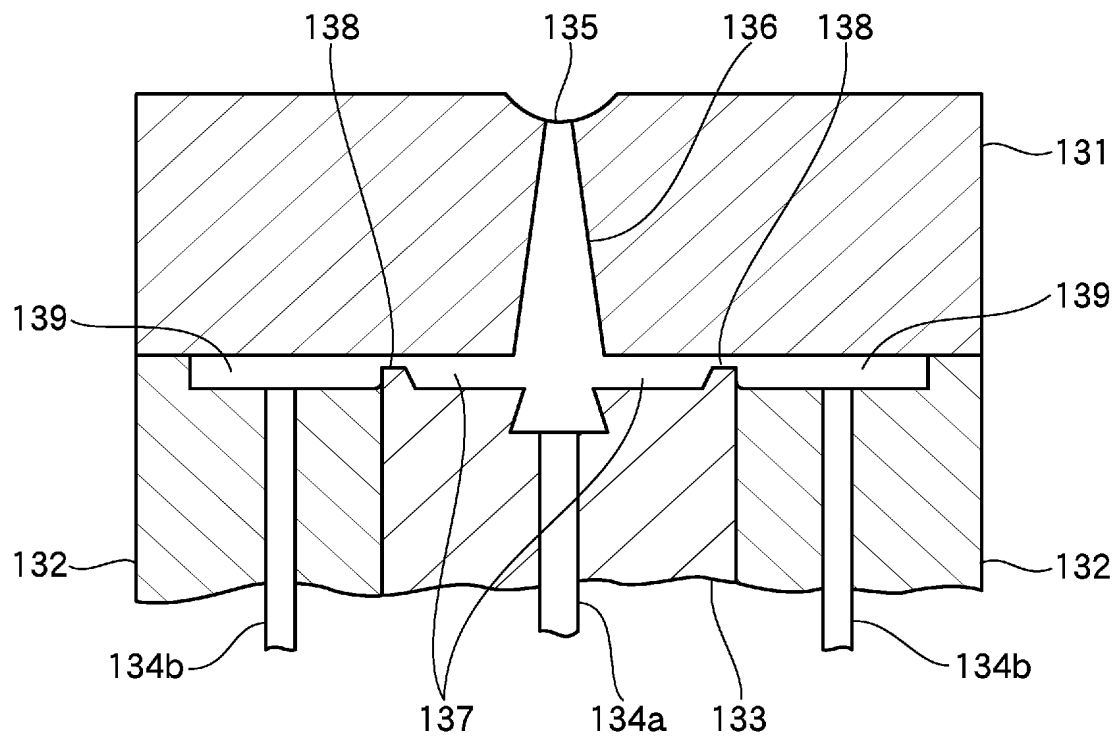
[図14]



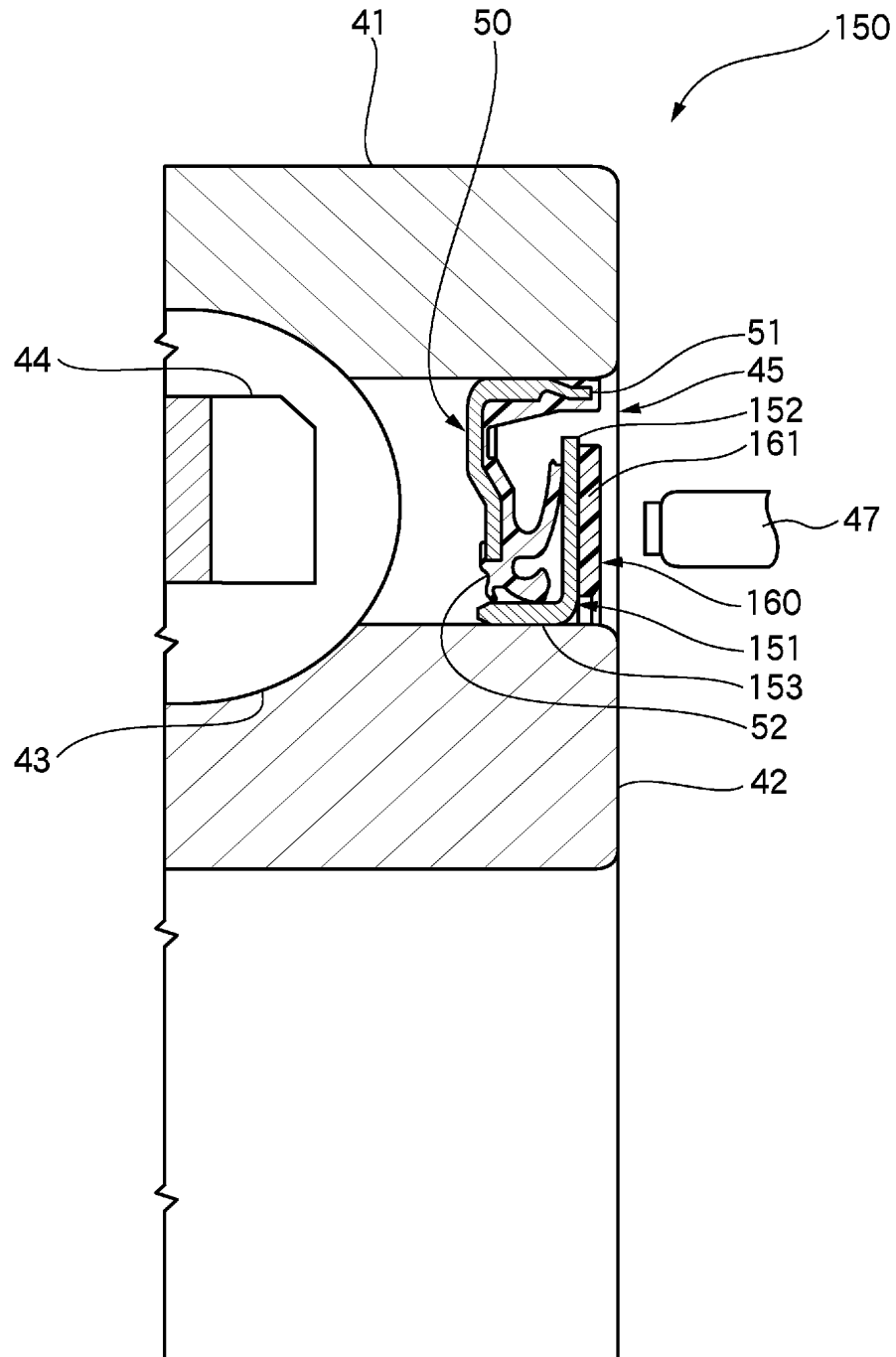
[図15]



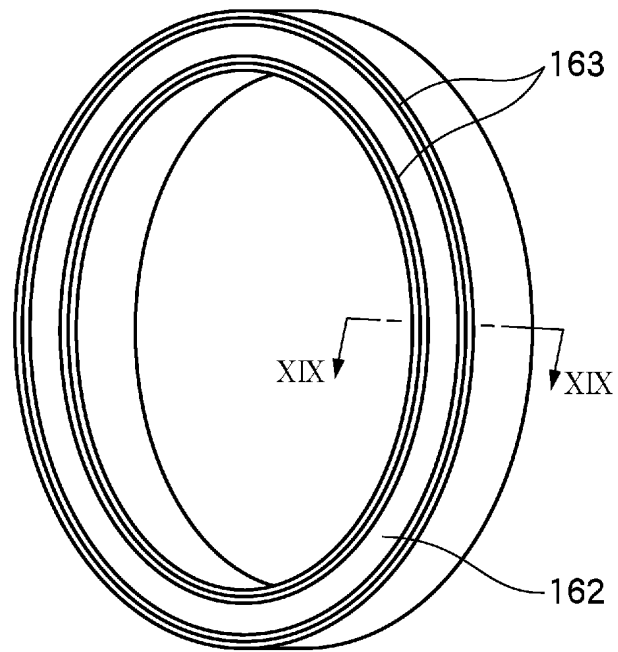
[図16]



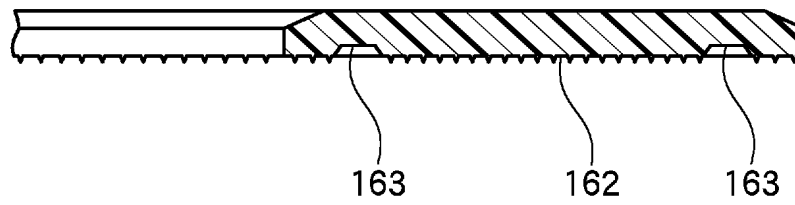
[図17]



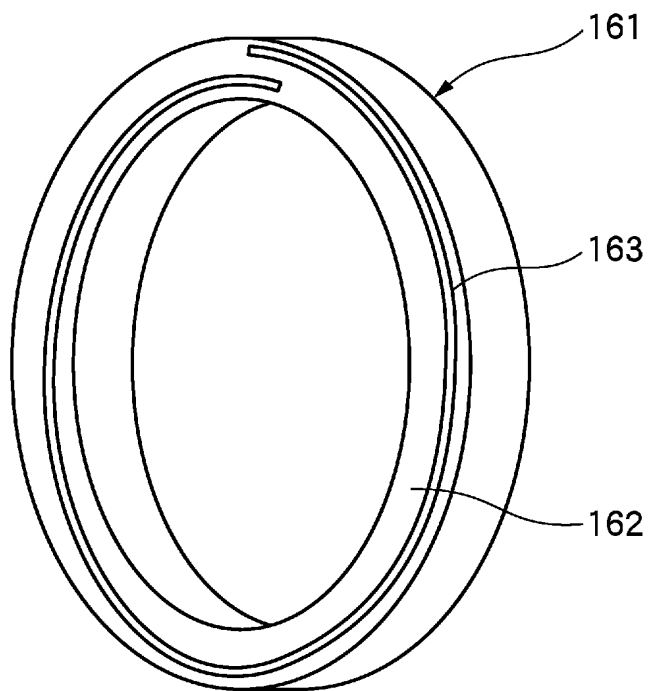
[図18]



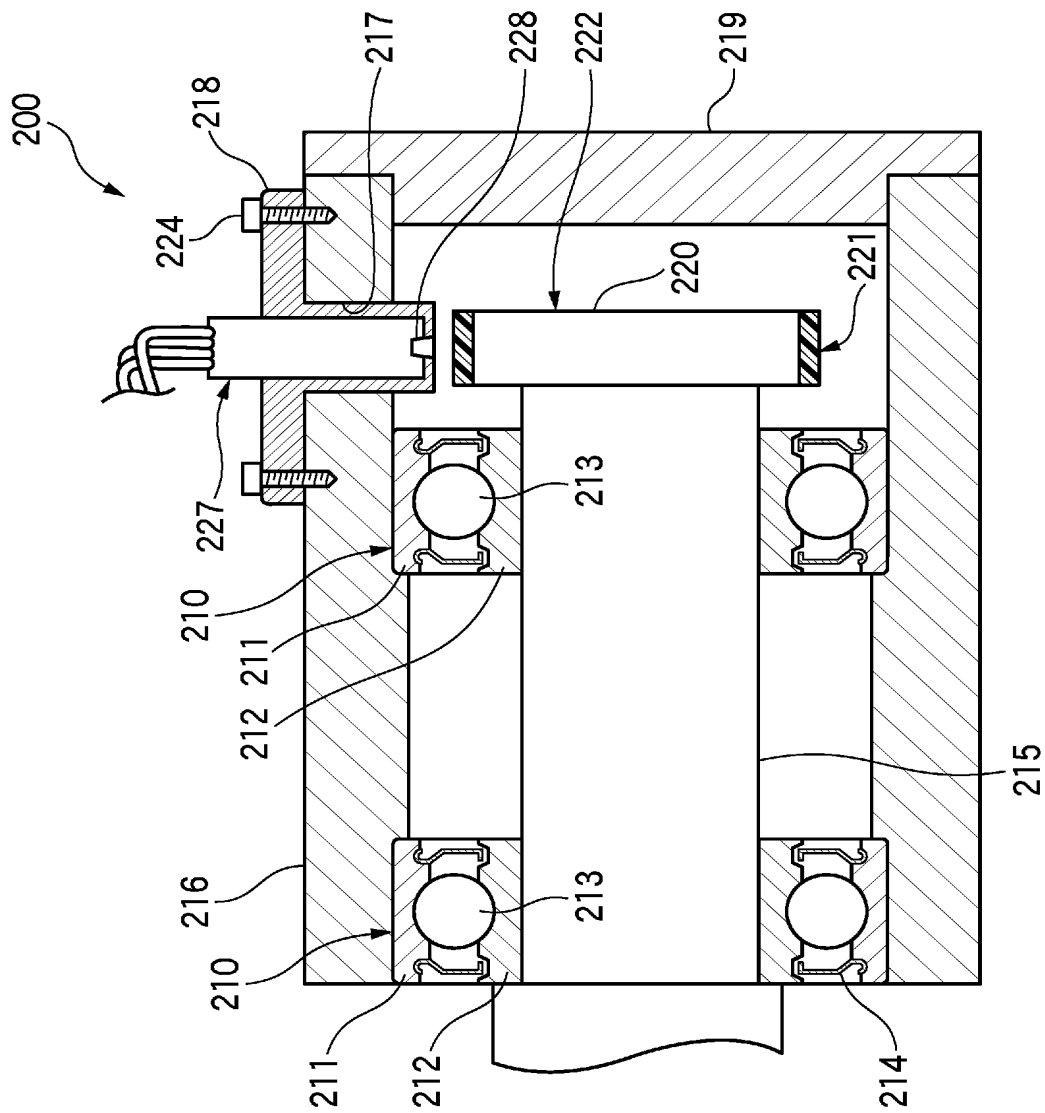
[図19]



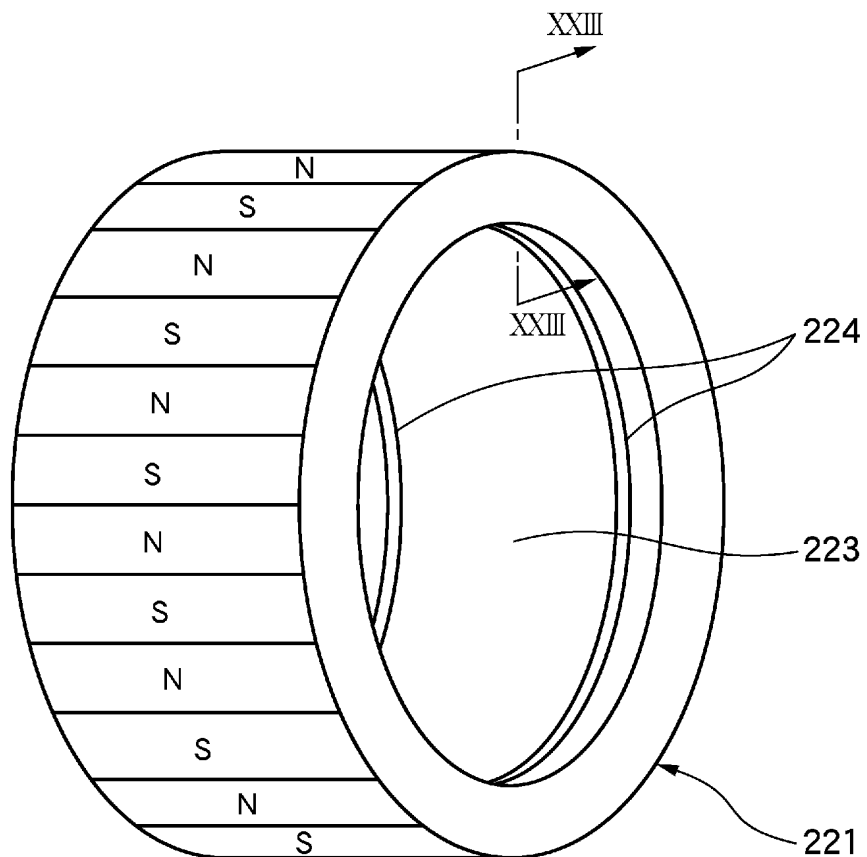
[図20]



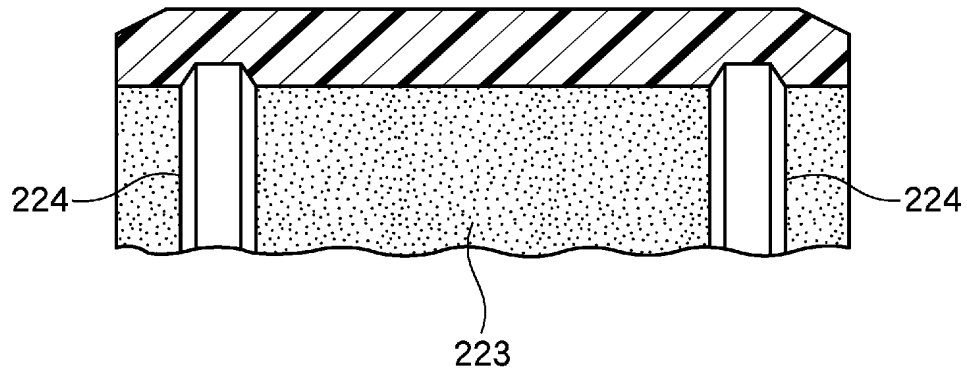
[図21]



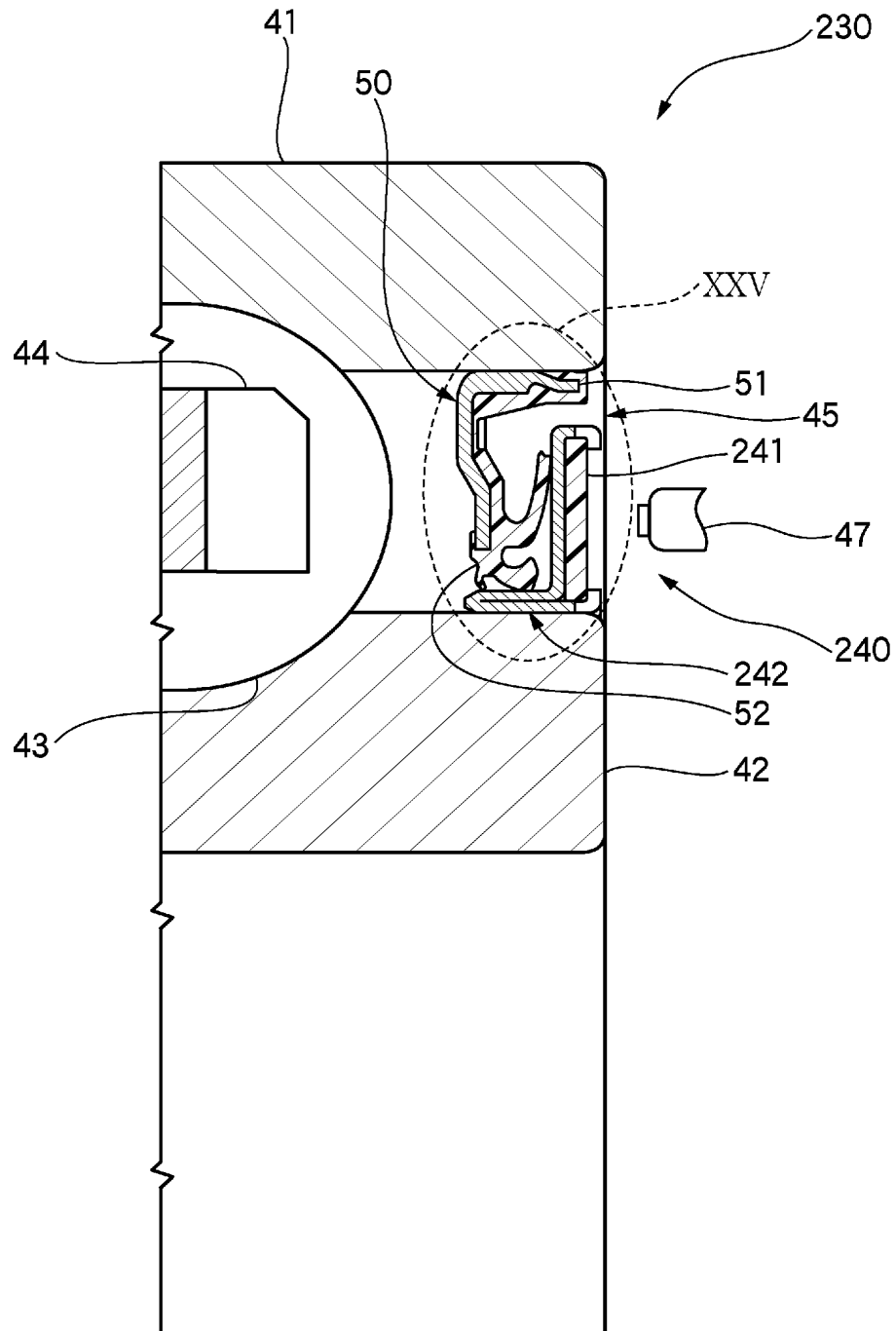
[図22]



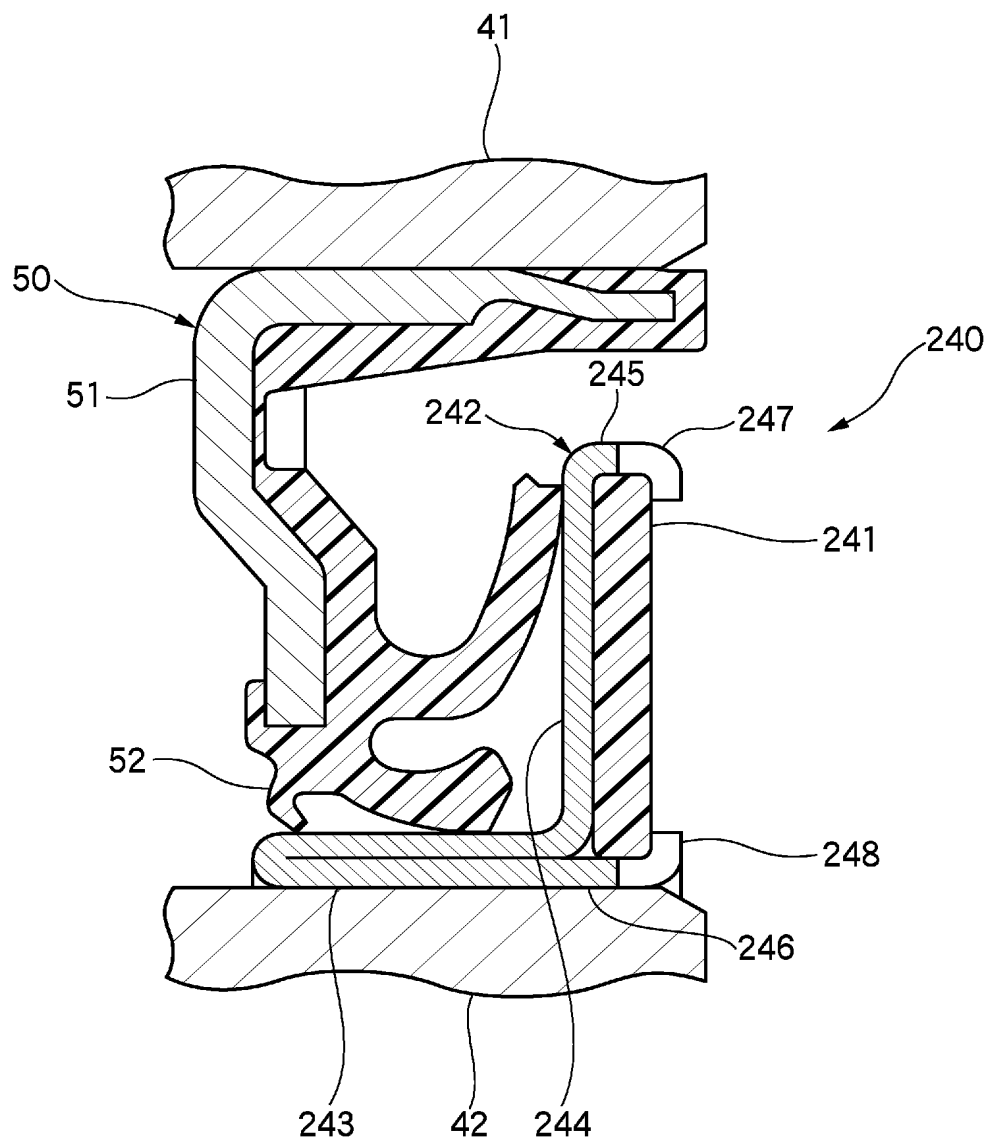
[図23]



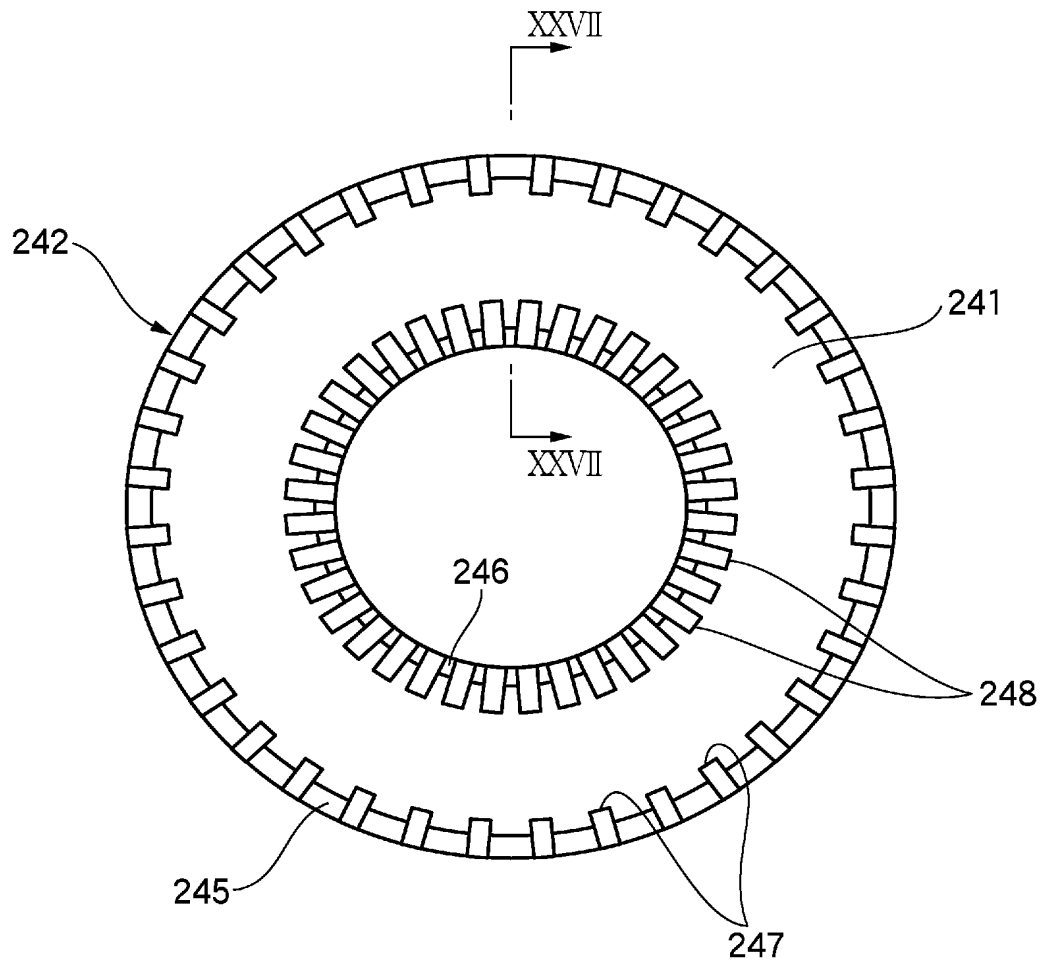
[図24]



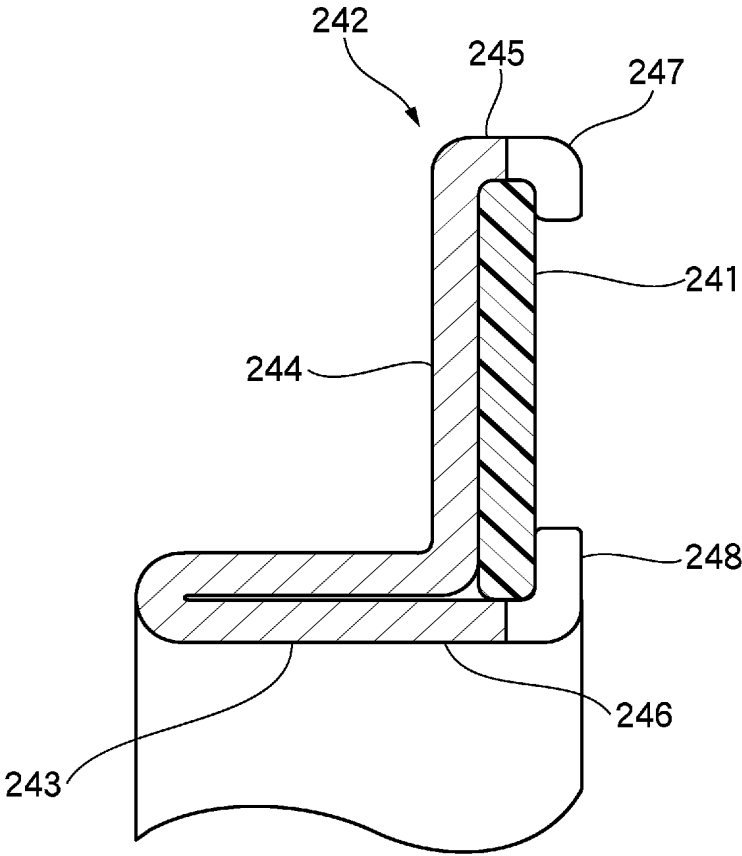
[図25]



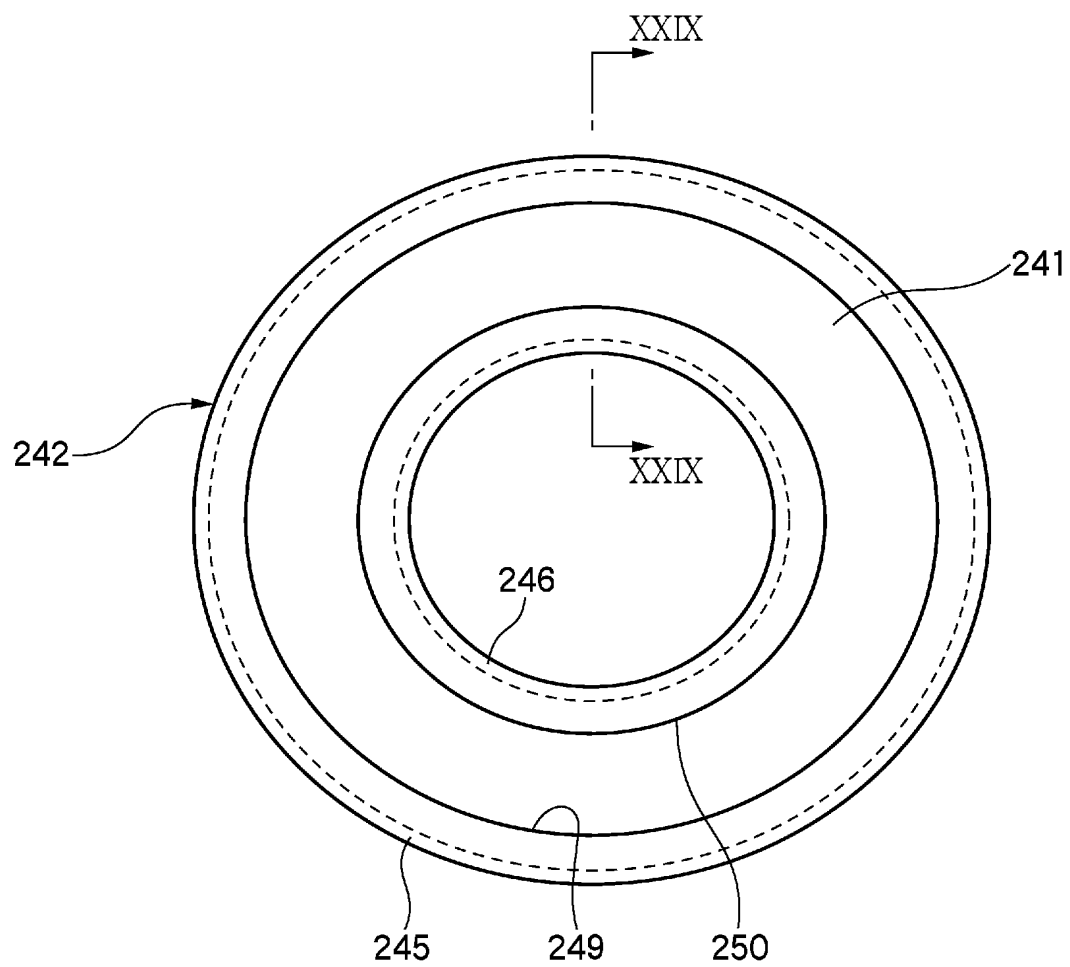
[図26]



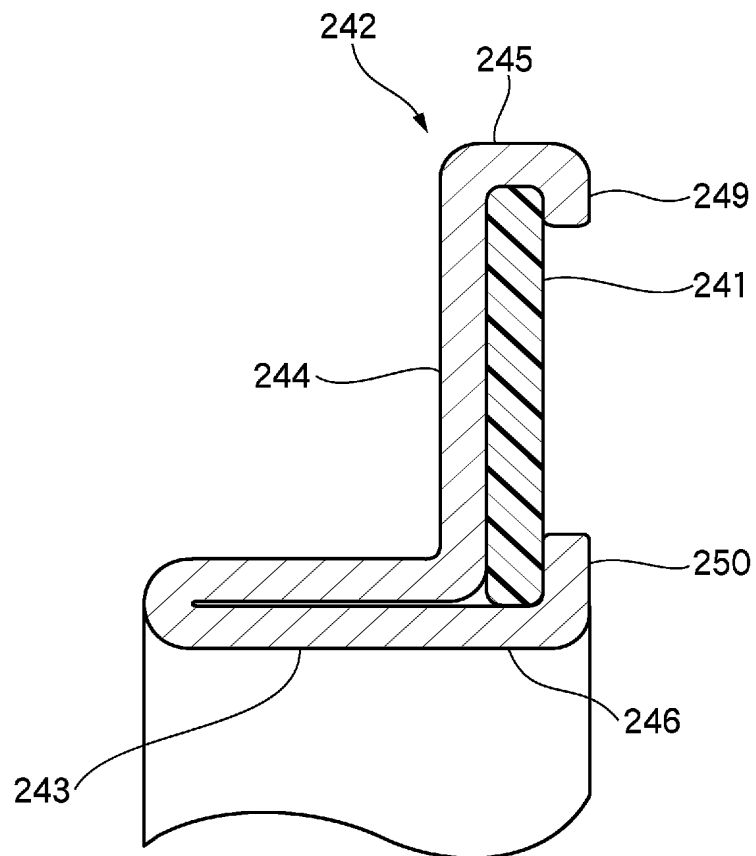
[図27]



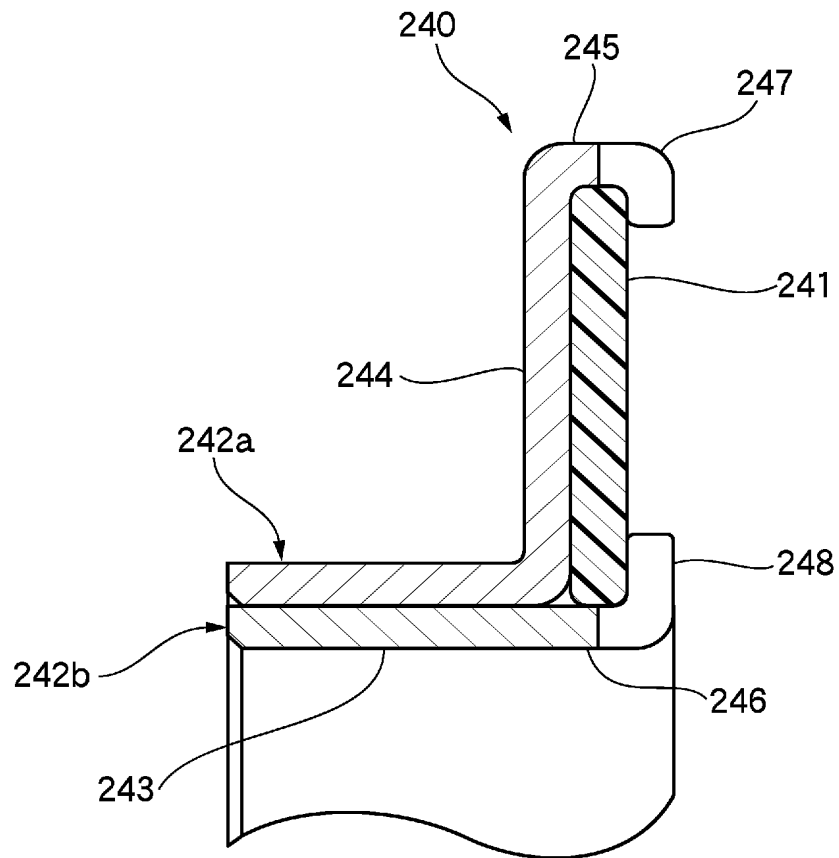
[図28]



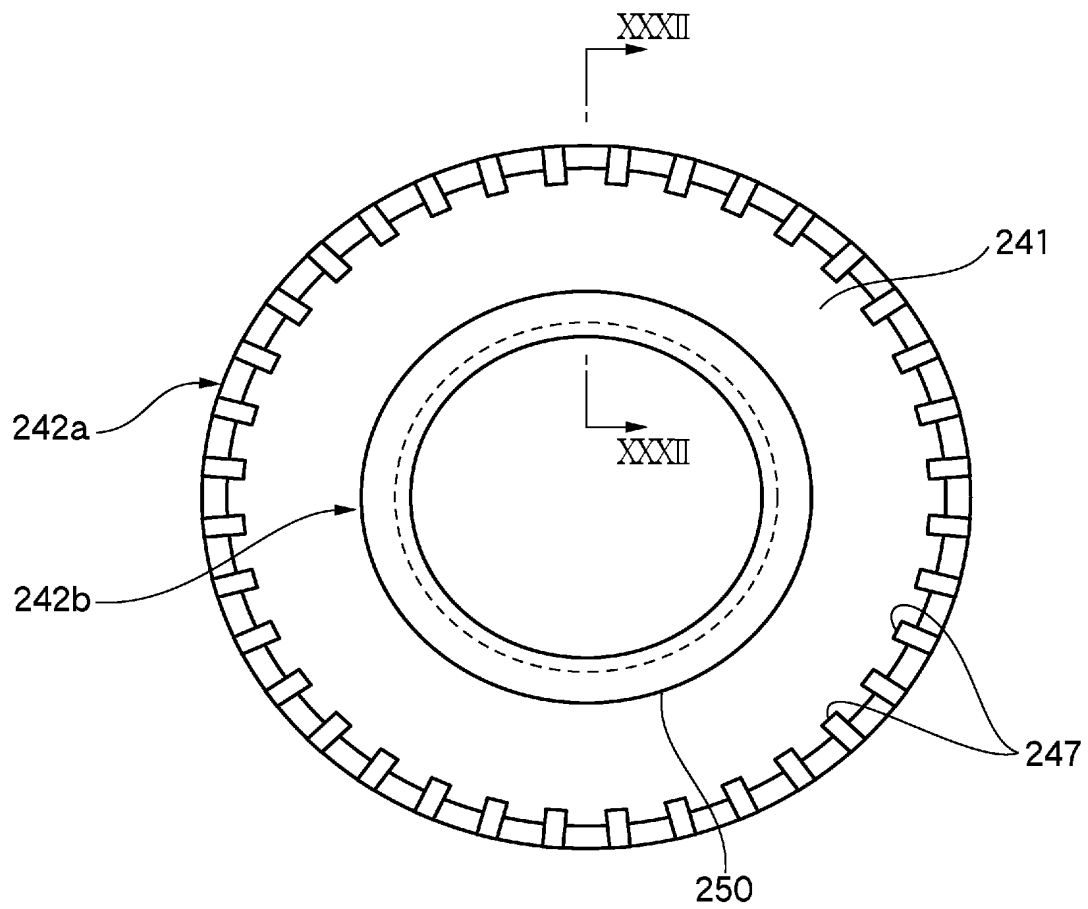
[図29]



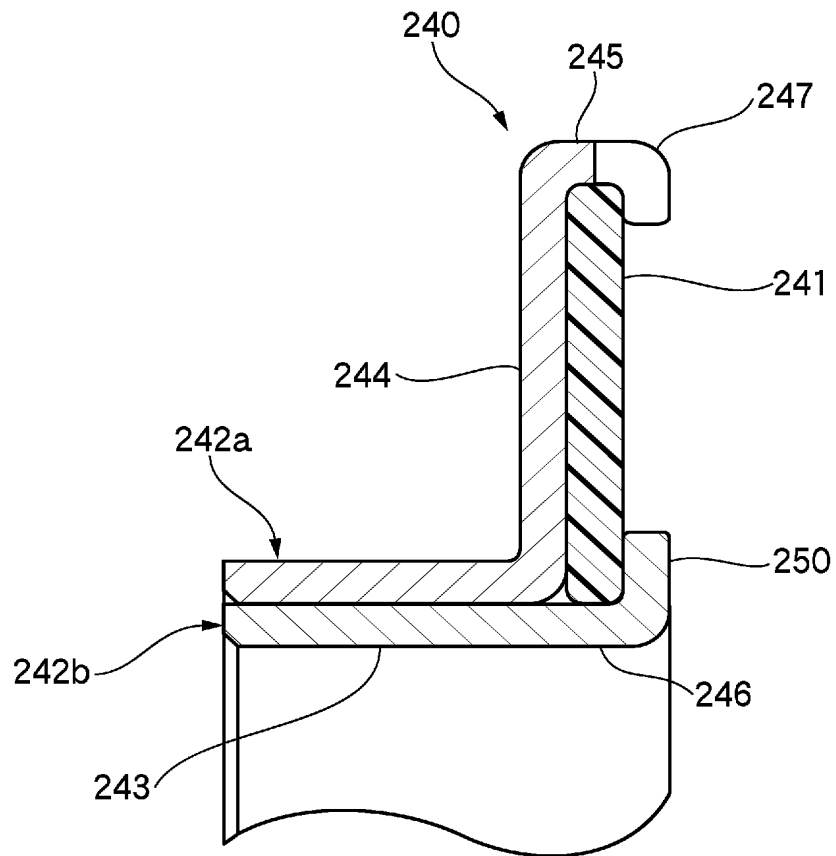
[図30]



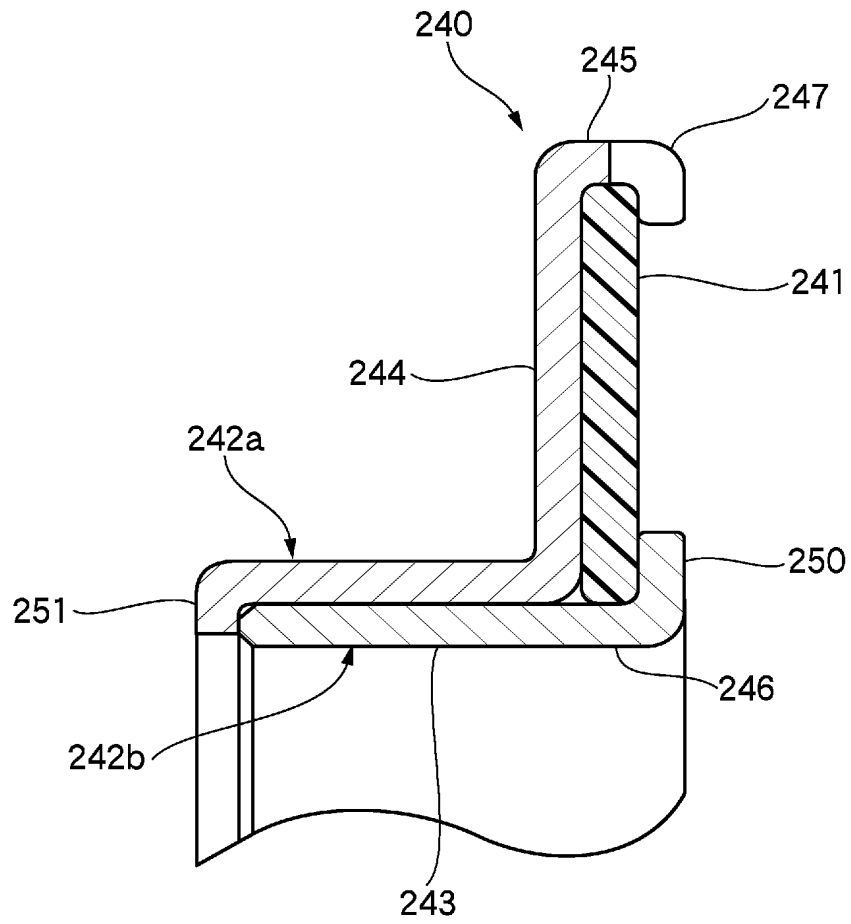
[図31]



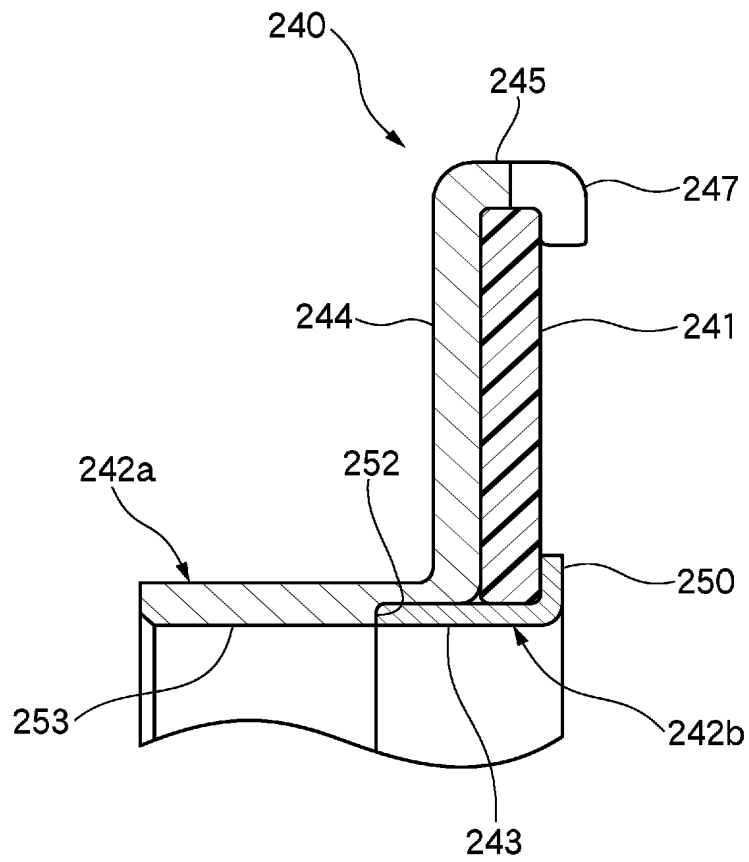
[図32]



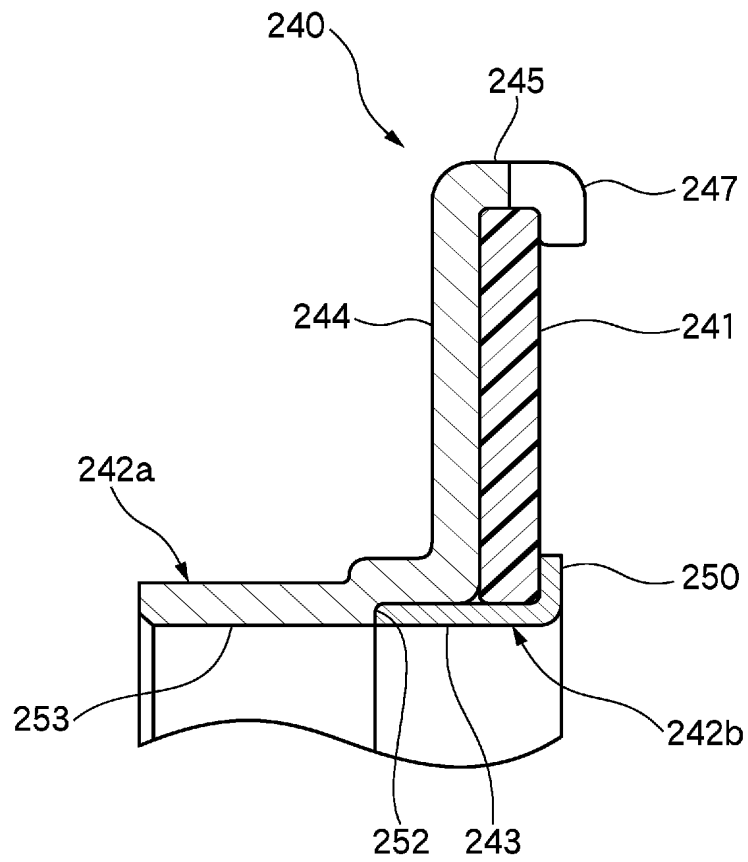
[図33]



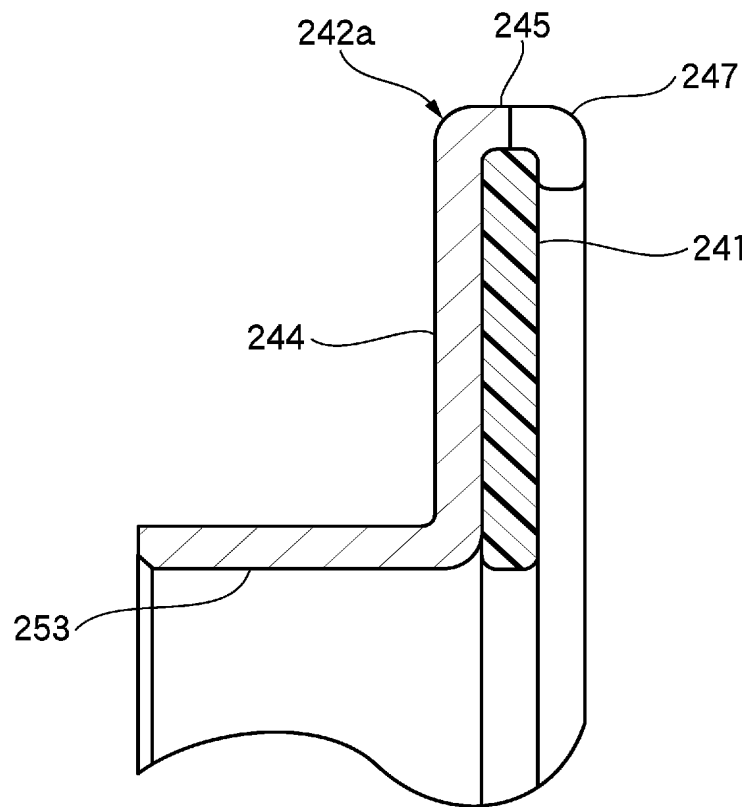
[図34]



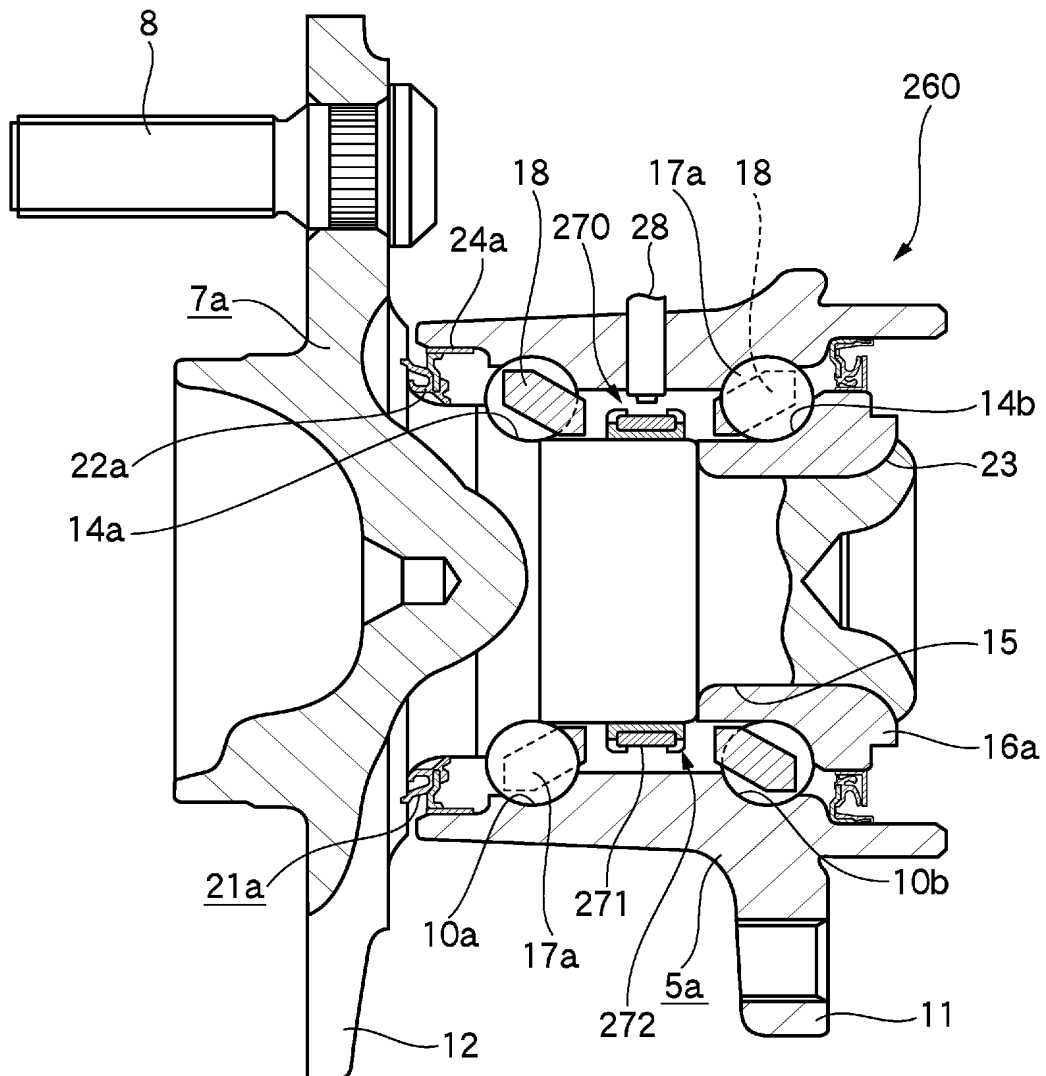
[図35]



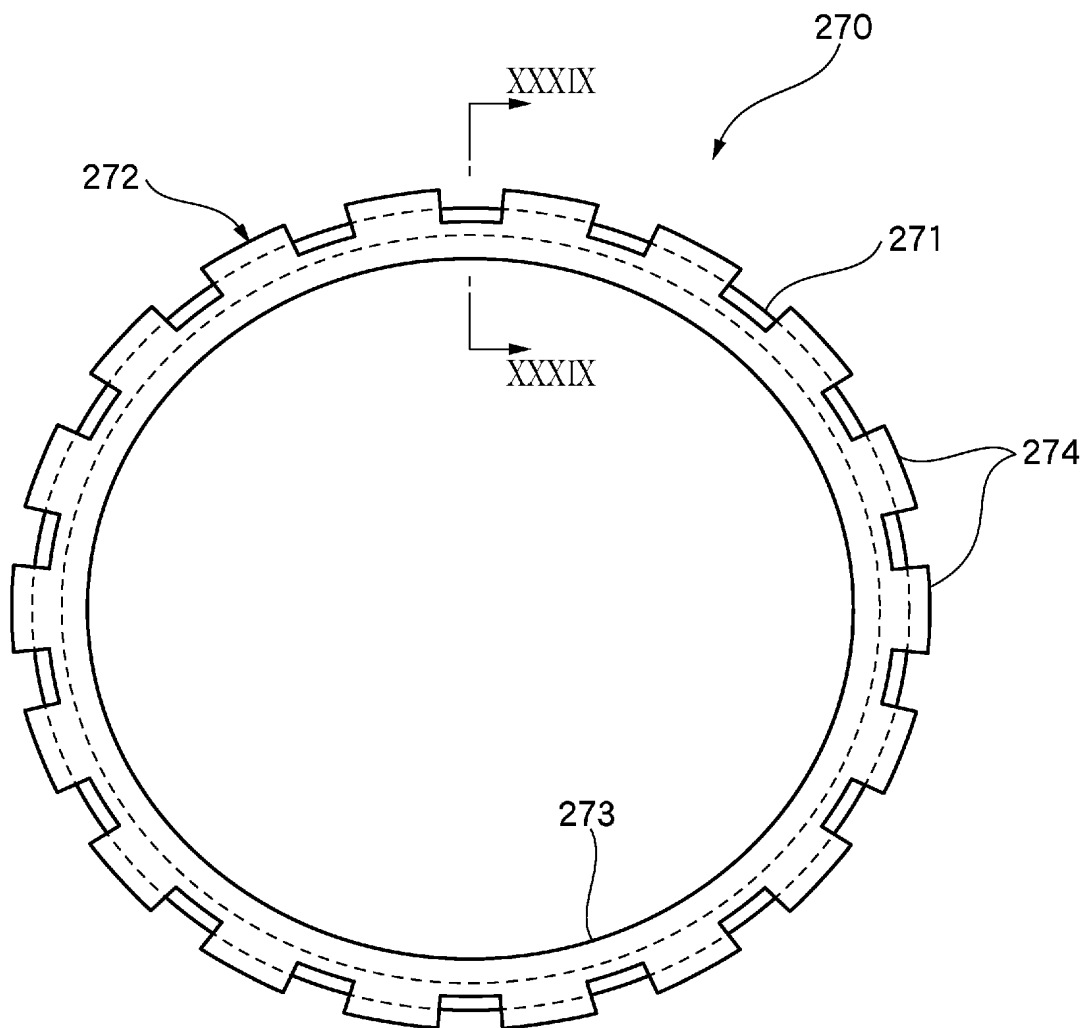
[図36]



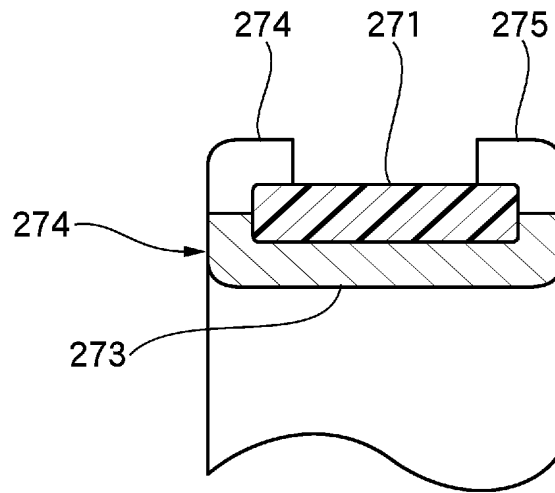
[図37]



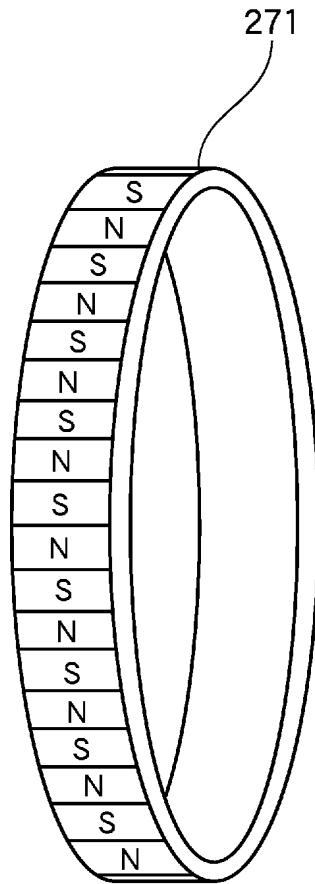
[図38]



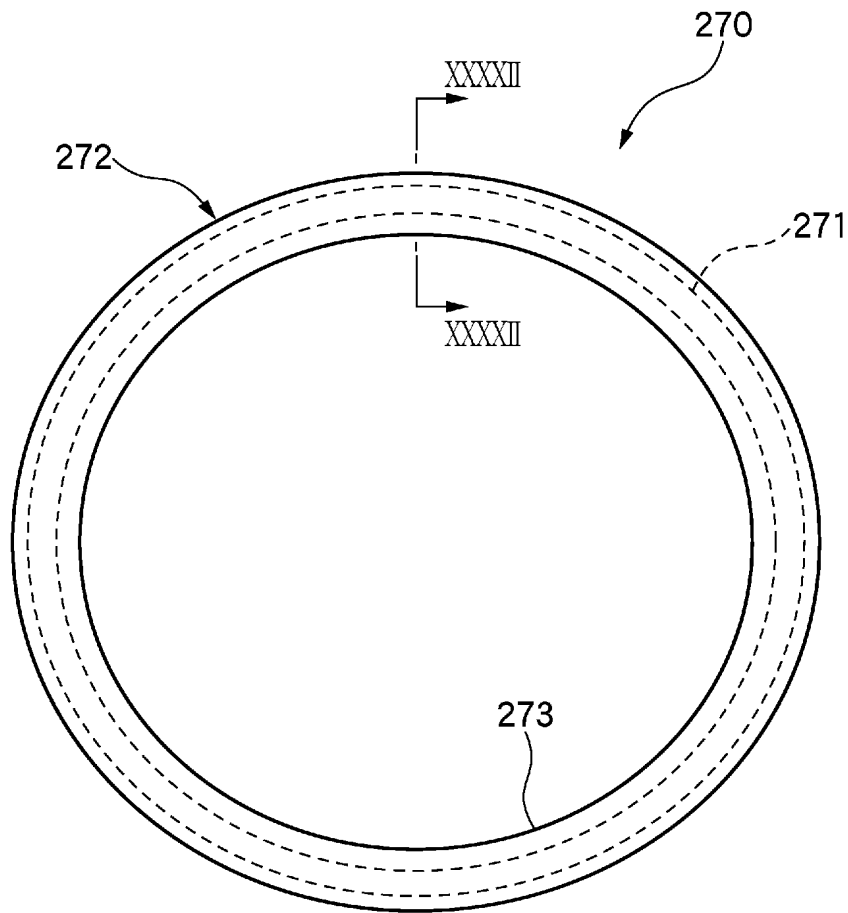
[図39]



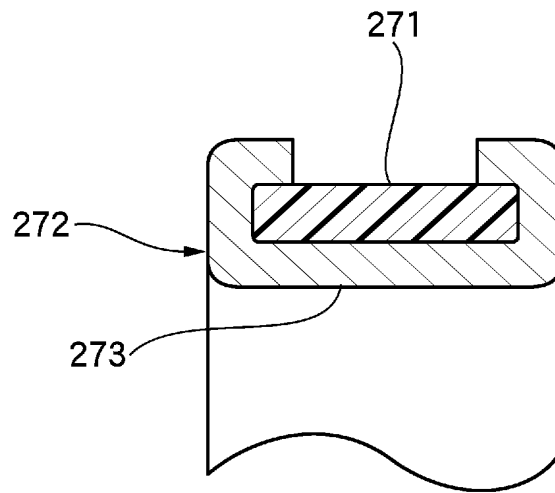
[図40]



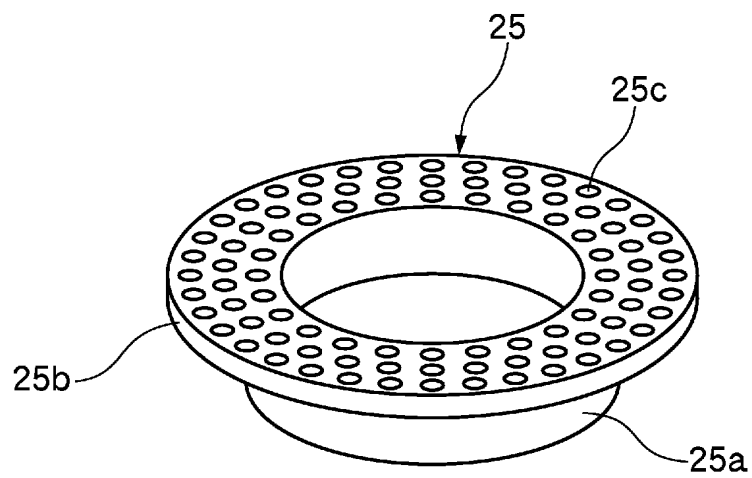
[図41]



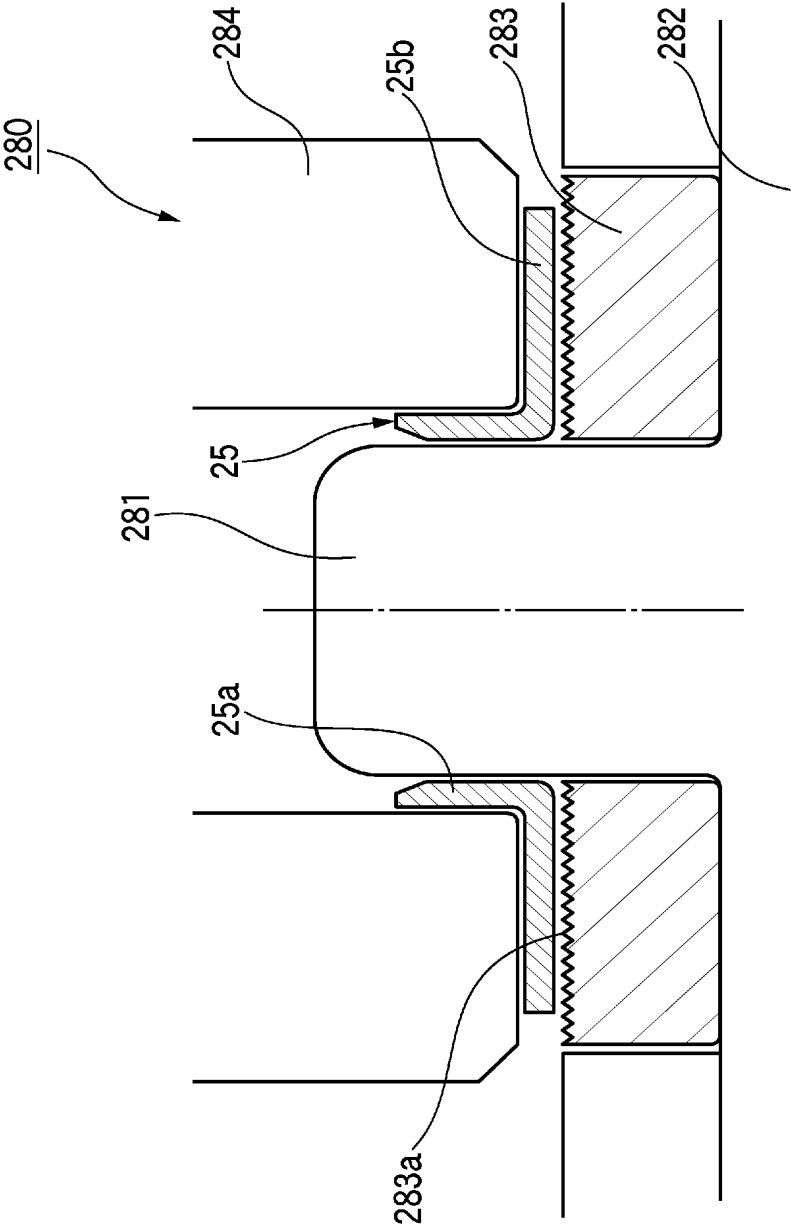
[図42]



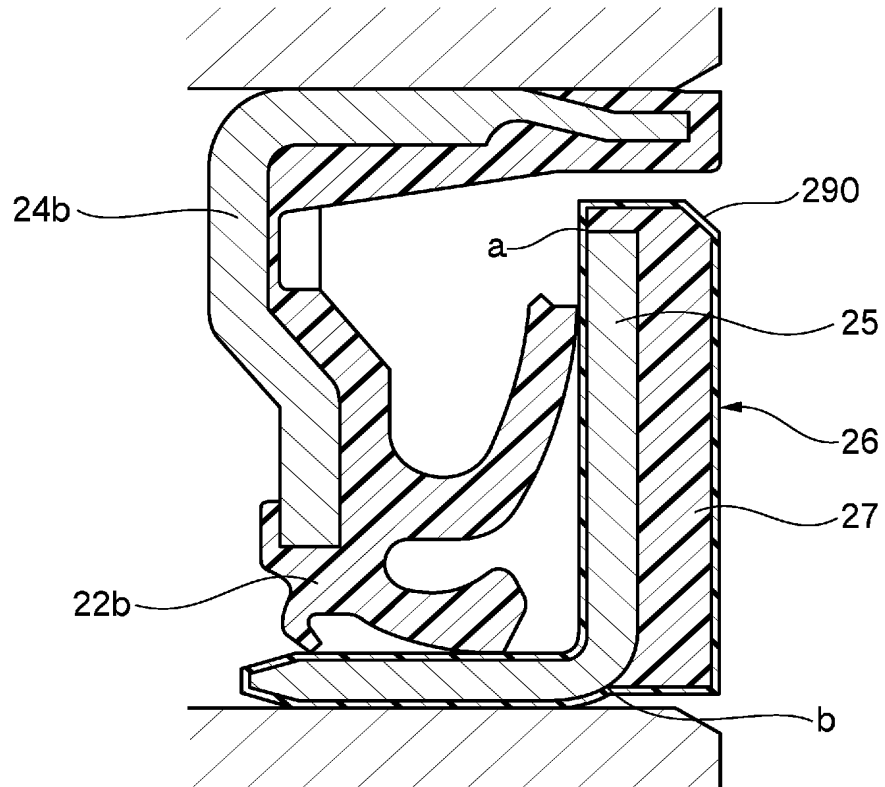
[図43]



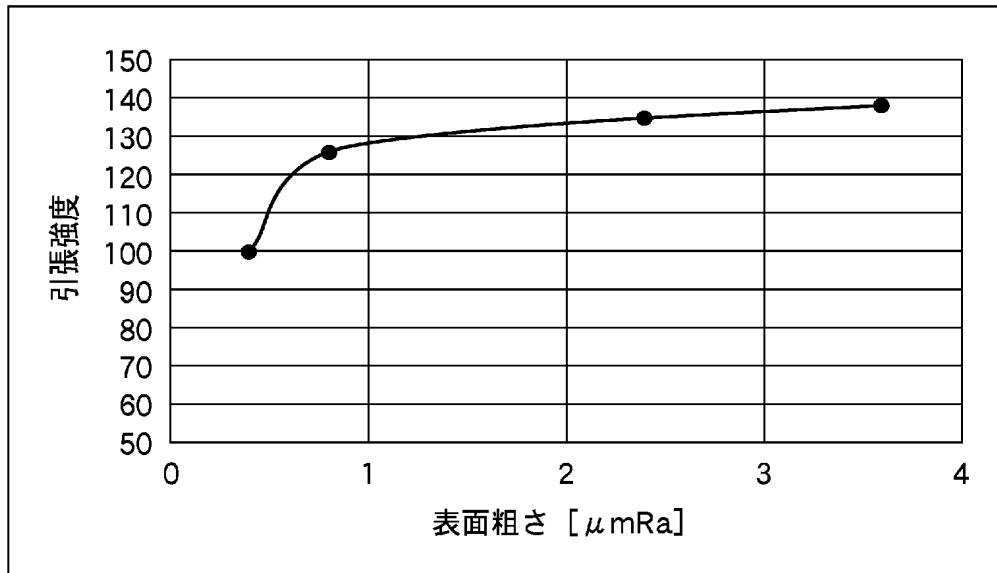
[図44]



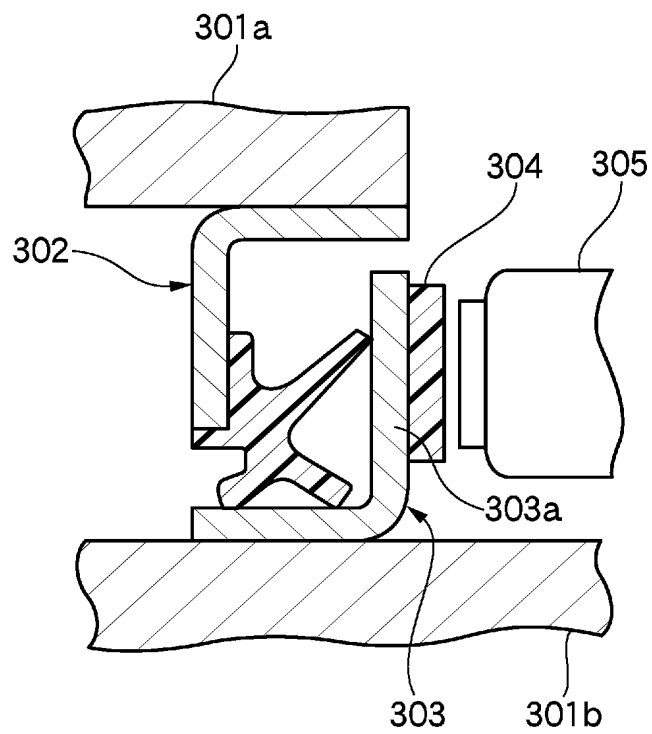
[図45]



[図46]



[図47]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000526

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G01D5/245, B60B35/18, F16C19/18, F16C19/52, F16C33/78,
F16C41/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G01D5/245, B60B35/18, F16C19/18, F16C19/52, F16C33/78,
F16C41/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2003-222150 A (NTN Corp.), 08 August, 2003 (08.08.03), Par. Nos. [0011] to [0029]; all drawings (Family: none)	1, 4, 7, 8 2, 3, 5, 6
Y	JP 2000-60080 A (Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.), 25 February, 2000 (25.02.00), Par. Nos. [0013] to [0022] (Family: none)	2, 3, 5, 6
Y	JP 2000-195714 A (Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.), 14 July, 2000 (14.07.00), Par. No. [0038] (Family: none)	6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 April, 2005 (07.04.05)

Date of mailing of the international search report
26 April, 2005 (26.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000526

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

As the invention of claim 1 does not have novelty of invention, it does not involve any "special technical feature".

The invention of claims 2, 3, 5 and 6 relates to a technology wherein the magnet part of the magnetic encoder comprises a magnetic body and a thermoplastic resin.

The invention of claim 4 relates to a technology wherein the fixing member of magnetic material with which the magnet part is mounted is bonded by means of an adhesive containing at least one of a phenolic resin and an epoxy resin.

The invention of claims 7-8 relates to a technology wherein there are provided a stationary wheel, (continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000526

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

a rotary wheel and multiple rolling members disposed in a fashion capable of rolling in directions between the stationary wheel and the rotary wheel as well as securing of a fixing member to the rotary wheel.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G01D 5/245、B60B 35/18、F16C 19/18、F16C 19/52、F16C 33/78、F16C 41/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G01D 5/245、B60B 35/18、F16C 19/18、F16C 19/52、F16C 33/78、F16C 41/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2003-222150 A (NTN株式会社) 2003.08.08、段落番号【0011】～【0029】、全図 (ファミリーなし)	1、4、7、8
Y		2、3、5、6
Y	J P 2000-60080 A (住友金属鉱山株式会社) 2000.02.25、段落番号【0013】～【0022】 (ファミリーなし)	2、3、5、6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.04.2005

国際調査報告の発送日

26.4.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 昌宏

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

2F

9504

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2000-195714 A (住友金属鉱山株式会社) 2000.07.14、段落番号【0038】(ファミリーなし)	6

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1に係る発明は、発明の新規性を有しないので、発明に特別な技術的特徴はない。
請求の範囲2、3、5、6に係る発明は、磁気エンコーダの磁石部が磁性体と熱可塑性樹脂とを含有する技術に関するものである。

請求の範囲4に係る発明は、磁石部が取り付けられる磁性材料からなる固定部材を、フェノール樹脂系とエポキシ樹脂系の少なくとも一方を含む接着剤によって接合された技術に関するものである。

請求項7-8に係る発明は、固定輪と、回転輪と、固定輪と回転輪との間で方向に転動自在に配設された複数の転動体と、固定部材が回転輪に固定される技術に関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。